



**PATRÍCIA RAQUEL  
RODRIGUES  
GONÇALVES**

**APLICAÇÃO DA FMEA NO DESENVOLVIMENTO DE  
NOVOS PRODUTOS**



**PATRÍCIA RAQUEL  
RODRIGUES  
GONÇALVES**

## **APLICAÇÃO DA FMEA NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS**

Relatório de projecto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e estão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor António Carrizo Moreira, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

Dedico este trabalho à minha família por todo o apoio.

## o júri

Presidente

Prof. [Doutor](#) João Antunes da Silva  
professor associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. [Doutor](#) João Antunes da Silva  
professor associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutor João Antunes da Silva  
professor associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

## **agradecimentos**

Ao Professor António Moreira da Universidade de Aveiro, por toda a sua disponibilidade.

Aos colegas de trabalho por toda a ajuda e apoio.

A minha mãe, ao Jorge e aos meus avós quero agradecer tudo.

Ao Rafael por todo o apoio e motivação.

A todos os meus amigos que me ajudaram na elaboração deste projecto.

## palavras-chave

Desenvolvimento de Novos Produtos, Failure Mode and Effects Analysis, Placas de comando

## resumo

O processo de Desenvolvimento de Novos Produtos desempenha um papel crucial na competitividade empresarial. Com o presente Relatório de Estágio pretende-se transmitir a experiência vivida na melhoria do processo de Desenvolvimento de Novos Produtos na Oliveira & Irmão S.A., que por razões de simplicidade será designada por OLI, onde se aplicou a metodologia do *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) a um produto – placas de comando para autoclismos – com o objectivo de identificar os principais modos de falhas do produto e suas consequências a nível de desenvolvimento de novos produtos.

Neste relatório de Estágio foi dada ênfase ao desenvolvimento de novos produtos, à metodologia de gestão de projectos e à FMEA, que cobrem o segundo capítulo.

A principal vantagem do trabalho executado é a de poder aplicar os resultados obtidos aos mesmos tipos de produtos dentro da categoria Placas de Comandos. Por outro lado, com a experiência obtida, poder-se-á aplicar a FMEA aos restantes grupos de produtos, bem como ao processo produtivo de forma a melhorar a produtividade da empresa.

No presente estudo foi possível detectar a existência de duas situações diferentes. A primeira envolvendo uma diferenciação de modos de falha por graus de risco e uma segunda por graus de severidade.

Foram obtidos doze modos de falha relevantes, dos quais três são respeitantes a graus de severidade elevados.

Dos modos de falha detectados ficaram por resolver os relacionados com a cromagem das peças, sobretudo pelo facto de a OLI não ter competência nucleares nesta área e recorrer à subcontratação da mesma. Todos os restantes modos de falha foram analisados e as acções correctivas definidas, sempre que possível no processo de desenvolvimento de novos produtos.

**keywords**

Development of New Products, Failure Mode and Effects Analysis, Control Plates

**abstract**

The New Product Development process plays a crucial role in business competitiveness. The main goal of the present Internship Report is to transmit the experience lived in the improvement of the New Products Development at Oliveira & Irmão, S.A., that will be designated as OLI by simplicity reasons, where the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) methodology was applied to a product – push plate to in-wall cistern – in order to identify the product's main failure modes and its consequences at new product development level. In this apprenticeship report the emphasis was placed on the development of new products, on the project's management methodology and on the FMEA, which cover the second chapter.

The main advantage of the executed work is that they could be replicated on the same types of products among the Plates of Commands category. On the other hand, with the obtained experience, FMEA can be applied to the remaining groups of products, as well as to the productive process in order to improve the productivity of the company.

In the present study it was possible to detect the existence of two different situations. The first involving the differentiation of the failure modes according to the degrees of risk and the second involving the degree of severity. Twelve important failure modes were obtained, in which three of them are pertaining to high severity degrees.

Among the main failure modes, the ones related to chrome are still unsolved, basically because OLI do not have nuclear competencies and resorts to outsourcing. All the remaining failure modes were analyzed and the correction actions defined, as much as possible during the new product development process.

# Índice

1	Introdução	1
2	Enquadramento Teórico	3
2.1	Desenvolvimento de Novos Produtos	3
2.2	Metodologia da Gestão de Projectos	9
2.2.1	Início e Planificação	11
2.2.2	Execução e Controlo	12
2.2.3	Fecho do Projecto	13
2.2.4	Aprendizagem organizacional	15
2.3	FMEA	17
2.3.1	A história da FMEA	17
2.3.2	Os benefícios da FMEA	18
2.3.3	A utilização da FMEA	19
2.3.4	Críticas à FMEA	25
3	Oliveira & Irmão	29
3.1	Apresentação da Empresa	29
3.2	Localização	31
3.3	Layout	32
3.4	Produtos	34
3.5	Estrutura da Empresa	37
3.6	Dados operacionais	38
3.7	Mercados	39
3.8	Metodologia da Oliveira & Irmão	40
3.8.1	Investigação e Desenvolvimento	40



3.8.2	Departamento de Concepção e Desenvolvimento	41
3.8.3	Gestão de Projectos	42
4	Metodologia adoptada	53
4.1	Identificação do produto objecto de estudo	53
4.2	Definição de variáveis	55
4.3	Aplicação da FMEA	58
5	Conclusão	65
6	Bibliografia	67
7	Anexos	75

## Índice de Figuras

Figura 1 – O triângulo do êxito dos novos produtos	6
Figura 2 – Classificação dos Projectos	7
Figura 3 – Ciclo de vida dos projectos de novos produtos	8
Figura 4 – Fase de Planificação	11
Figura 5 – Execução e controlo	12
Figura 6 – Fecho do projecto	13
Figura 7 – Causas de fracasso na gestão de projectos <sup>1</sup>	14
Figura 8 – FMEA da Sistema, Produto e Processo	21
Figura 9 – Procedimento para preenchimento do quadro da FMEA	23
Figura 10 – Determinar as prioridades	25
Figura 11 – Irregularidades levantadas na utilização do FMEA	27
Figura 12 – Vista aérea da Oliveira & Irmão, S.A.	29
Figura 13 – Localização da OLI	32
Figura 14 – Layout da empresa	33
Figura 15 – Autoclismos Exteriores, Autoclismos Interiores e Estruturas	35
Figura 16 – Torneiras Bóia e Válvulas de Descarga	35
Figura 17 – Placas de Comando	36
Figura 18 – Alguns Produtos Comercializados	36
Figura 19 – Organigrama	37
Figura 20 – Mercado na Europa	40
Figura 21 – Mercado na África	40
Figura 22 – Mercado na Ásia	40
Figura 23 – Organigrama do Departamento de Concepção e Desenvolvimento	41

Figura 24 – Procedimento de desenvolvimento de Produtos	45
Figura 25 – Esquema para a tomada de decisão de avanço da fase 0	45
Figura 26 – Processo de Geração e selecção de conceitos	48
Figura 27 – Quantidade produzida de cada tipo de produto no ano 2009	54
Figura 28 – Número de reclamações de cada tipo de produto no ano 2009	54
Figura 29 – Reclamações vs quantidade produzida	55
Figura 30 – Determinação das prioridades das falhas I	61
Figura 31 – Determinação das prioridades das falhas II	62

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Factores de sucesso e de insucesso no lançamento de novos produtos	4
Tabela 2 – Diferentes pontos de vista para avaliação de severidade, ocorrência e detecção	20
Tabela 3 – Dados operacionais da Oliveira & Irmão, S.A. referentes a 2009	38
Tabela 4 – Vendas no mercado interno e externo	39
Tabela 5 – Vendas por actividade e mercado	39
Tabela 6 – Actividades executadas pelo departamento	42
Tabela 7 – Quadros referentes à classificação dos níveis	43
Tabela 8 – Definição do nível de complexidade dos Projectos	44
Tabela 9 – Quadro do FMEA	56
Tabela 10 – Parâmetro de avaliação do critério severidade	57
Tabela 11 – Parâmetro de avaliação do critério ocorrência	57
Tabela 12 – Parâmetro de avaliação do critério detecção	58

# 1 Introdução

O desenvolvimento de novos produtos é um processo que requer uma gestão cuidadosa e eficaz, ao nível estratégico e operacional dos factores críticos de sucesso que influenciam o seu desempenho, como sejam, o processo de desenvolvimento de novos produtos, a organização desse processo, a estrutura organizacional das empresas, a cultura vigente nas organizações que o promovem, o envolvimento e actuação estratégica da gestão de topo e a orientação estratégica do processo de desenvolvimento de novos produtos delineado pelas empresas (Cooper, 1993; Montoya-Weiss e Calantone, 1994; March-Chorda, et al., 2002; Moreira, 2005; Ledwith, Richardson e Sheahan, 2006).

Logicamente, o desenvolvimento de novos produtos está associado ao bom desempenho empresarial. Urban e Hauser (1993) identificaram vários factores que são importantes aquando o lançamento de novos produtos, como por exemplo aqueles relacionados com o mercado, com a geração de ideias, com a gestão dos recursos e com a gestão da inovação tecnológica.

A Gestão de Projectos é constituída por um conjunto de processos de gestão focados no planeamento, na organização e no controlo de todos os aspectos de um projecto, bem como na motivação de todos os elementos envolvidos, com o intuito de alcançar, com segurança e dentro dos prazos acordados, os objectivos estabelecidos para o projecto (APOGEP, 2009).

Na gestão de projecto é sempre necessário analisar os riscos e nesse intuito utilizou-se a Análise do Modo e Efeito de Falha (FMEA).

A FMEA é um estudo sistemático e estruturado das potenciais falhas que possam ocorrer para determinar o efeito provável de cada uma delas sobre todos os outros componentes do sistema, tendo como objectivo os melhoramentos no projecto, no produto e no desenvolvimento do processo.

Na empresa Oliveira & Irmão, S.A., foi proposta a utilização de uma metodologia de análise de riscos para as placas de comando, sendo a principal intenção criar uma ferramenta prática e reutilizável em projectos futuros.

Os principais objectivos no âmbito deste projecto são:

- Optimizar a produção nos produtos produzidos pela empresa;
- Elaboração de uma FMEA para um dos produtos produzidos na empresa, nomeadamente as placas de comando.

O presente trabalho está dividido em 6 capítulos. Começa por um enquadramento teórico onde são abordados todos os temas relacionados com os objectivos principais, iniciando pelo Desenvolvimento de Novos Produtos, passando pela metodologia da gestão de projectos, e culminando na abordagem à FMEA. Ao longo deste enquadramento teórico revelam-se os conceitos e princípios associados.

Segue-se a apresentação da empresa Oliveira & Irmão, S.A.. Após uma sucinta exposição do seu historial, elencam-se os seus produtos, bem como os dados operacionais e a metodologia utilizada no Departamento de Projecto.

No capítulo seguinte define-se a metodologia adoptada para o caso de estudo, assim como a sua aplicação no exemplo escolhido.

No último capítulo são apresentadas as principais conclusões deste projecto e as suas propostas futuras.

## **2 Enquadramento Teórico**

### **2.1 Desenvolvimento de Novos Produtos**

A tendência de aumento do número de lançamento de novos produtos, aliada à exigência de ciclos de desenvolvimento mais curtos, reforça a importância da capacidade de oferecer opções de novos produtos aos clientes antes da concorrência. Para atingir uma vantagem competitiva com produtos diferenciados, as empresas necessitam de um bom desempenho e estudo ao nível do departamento ou sector responsável pelo desenvolvimentos de novos produtos, o qual se consegue por uma estratégia de desenvolvimento de longo prazo e por uma gestão eficaz e eficiente desse processo.

O desenvolvimento de novos produtos constitui para as empresas um factor relevante para a sua manutenção no mercado. A vantagem competitiva resultante de uma estratégia fundamentada neste princípio promove a necessidade de adoptar a tipologia de inovação adaptada às necessidades de cada organização para a prossecução dos seus objectivos (Koberg, Detienne e Heppard, 2003). O desempenho do desenvolvimento de novos produtos pode ser avaliado através de indicadores de desempenho associados à qualidade total do produto, aos custos e ao tempo total de desenvolvimento (Clark e Fujimoto, 1991).

Existem vários aspectos a ter em consideração aquando do desenvolvimento de novos produtos que influenciam a sua aceitação no mercado. Os mais importantes estão relacionados com a adequada identificação das necessidades dos consumidores, o grau de satisfação dos clientes, o grau de inovação dos produtos e o desempenho de marketing da empresa. Na tabela 1 foram identificados alguns factores de sucesso e de insucesso no desenvolvimento de novos produtos.

**Tabela 1** – Factores de sucesso e de insucesso no lançamento de novos produtos

<b>Factores de Sucesso</b>	<b>Factores de Insucesso</b>
Responder às necessidades dos consumidores	Mercado reduzido
Elevado valor acrescentado para os clientes	Falhas de precisão
Produtos inovadores	Produtos pouco inovadores
Ambiente competitivo favorável	Fraco retorno do investimento
Compromisso com a gestão de topo	Mudança no ambiente competitivo
Processo disciplinado de desenvolvimento de novos produtos	Mudanças nas preferências dos consumidores
Departamento dinâmico de desenvolvimento	Fraco posicionamento estratégico
Orientação para a qualidade e para a satisfação do consumidor	Fraco serviço pós-venda
Superioridade técnica	

Fonte: Urban e Hauser, 1993.

O desenvolvimento de novos produtos exige a cada área funcional da empresa habilidade e competências distintas, consoante a intervenção desejada durante o desenrolar desse processo de desenvolvimento (Tedaldi, 1997; Song, Montoya-Weiss e Schmidt, 1997; Diedericks e Hoonhout, 2008).

Os factores, conforme se constata na tabela 1, estão relacionados com a estratégia e com a gestão eficaz dos recursos organizacionais.

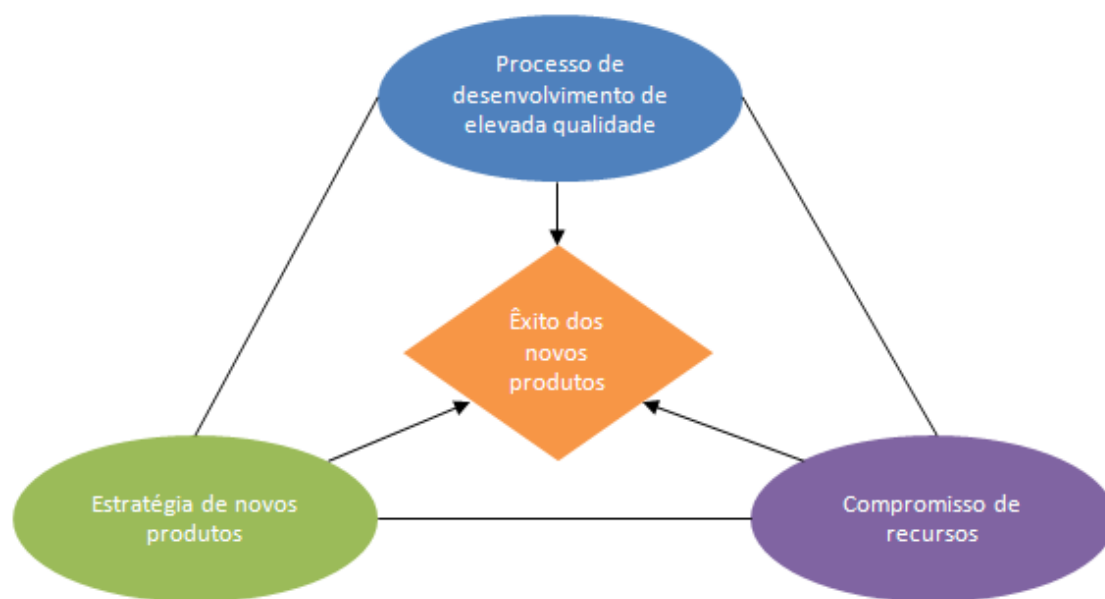
O lançamento de novos produtos é um processo de risco. O risco aumenta com a utilização de novas tecnologias, podendo não proporcionar os resultados esperados de funcionamento, a satisfação de novos mercados onde a empresa não tem experiência e o desenvolvimento de novas políticas de marketing para a comercialização de novos produtos.

Segundo Cooper (1998), existem três factores-chave para o êxito das inovações, conforme se apresenta na figura 1, um processo de desenvolvimento de elevada



qualidade, uma estratégia de desenvolvimento explícita e recursos adequados para o processos de desenvolvimento de novos produtos:

- O processo de desenvolvimento de elevada qualidade requer:
  - Ênfase nas actividades prévias ao processo de *design*;
  - Correcta e antecipada definição do produto;
  - Forte orientação para o mercado;
  - Existência de pontos de revisão onde se decida sobre a continuidade ou o abandono do projecto;
  - Ênfase na qualidade de execução das actividades;
  - Realização de todas e cada uma das etapas do projecto;
  - Flexibilidade do processo.
  
- Uma estratégia de desenvolvimento clara e explícita deve basear-se em:
  - Objectivos para as diferentes unidades de negócio;
  - Comunicar à empresa o papel do desenvolvimento de novos produtos nos objectivos da empresa;
  - Fixar objectivos a longo prazo que permitam o desenvolvimento de inovações radicais.
  
- Os recursos adequados para o desenvolvimento de novos produtos exigem:
  - A atribuição de recursos necessários para o processo de desenvolvimento, por parte da gestão de topo;
  - Um orçamento de I&D adequado;
  - Recursos humanos necessários dedicar o tempo necessário ao processo de desenvolvimento.



**Figura 1** – O triângulo do êxito dos novos produtos

Fonte: Cooper (1998).

Um processo de desenvolvimento bem definido aliado a uma estratégia objectiva e recorrendo a recursos adequados é a garantia de êxito no desenvolvimento de novos produtos (Cooper, 1998).

Os projectos de desenvolvimento devem ser escolhidos de acordo com as estratégias de desenvolvimento de novos produtos da organização e pela disponibilidade de recursos que a empresa possui. Sendo assim, é importante classificar o tipo de projecto e analisar, estrategicamente, o desenvolvimento proposto para a empresa.

As mutações do mercado, que se diagnosticam através da análise do comportamento dos consumidores, exigem que as empresas adaptem e redireccionem a oferta de forma a acompanharem as tendências de consumo. Neste campo, a orientação estratégica para o mercado promove a aprendizagem por parte da empresa acerca das necessidades e motivações dos consumidores (Jeong, Pae e Zhou, 2006).

Por outro lado, o desenvolvimento tecnológico possibilita que as empresas integrem novos processos e metodologias, capacitando-se para a criação de produtos inovadores que despertem o mercado para o consumo destes – a busca da novidade

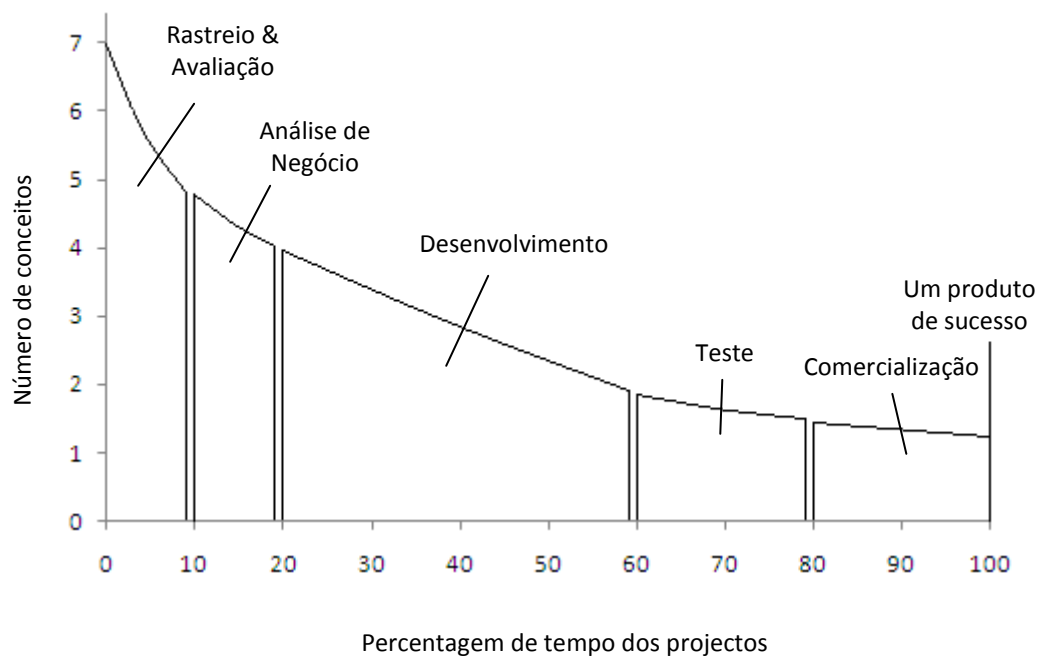
para o mercado. Os efeitos provocadores no mercado pela agitação tecnológica permitem que novos produtos emergjam com base na capacidade criativa interna das empresas (Jeong, Pae e Zhou, 2006) ou através de melhorias efectuadas em produtos existentes, tornando-os mais atractivos, reposicionando-os no mercado, conforme ilustra a Figura 2.

<b>Novidade para a Empresa</b>	<b>Alta</b>	Novo para a empresa		Novo para o mundo
		Melhorias em produtos	Acréscimo à linha existente	
	<b>Baixa</b>	Reduções de custo	Reposicionamento	
		<b>Baixa</b>		<b>Alta</b>
		<b>Novidade para o Mercado</b>		

**Figura 2 – Classificação dos Projectos**

Fonte: Griffin e Page (1996).

Os projectos de desenvolvimento de novos produtos têm um ciclo de vida onde o desenvolvimento e o teste do produto demoram mais de metade do tempo do projecto. Nem todos os produtos desenvolvidos chegam à fase final: de 4 produtos desenvolvidos só 1 é que chega a ser comercializado (Cooper, 2001). A figura 3 ilustra as cinco fases do ciclo de vida dos projectos de desenvolvimento de novos produtos, desde a sua concepção (Rastreio e Avaliação), passando pela Viabilidade de negócio e Desenvolvimento e culminando nas fases da Validação (Teste) e da Comercialização.



**Figura 3** – Ciclo de vida dos projectos de novos produtos

Na primeira fase, rastreio e avaliação, definem-se as características do novo produto a desenvolver, de acordo com as necessidades do mercado e com os atributos de diferenciação em relação aos produtos idênticos da concorrência disponíveis no mercado (Cooper, 2001). Essencialmente, afere-se a respeito das necessidades do mercado e arquitectam-se os objectivos precisos face aos resultados alcançados.

A análise de negócio constitui a segunda fase do ciclo onde se aprofundam os elementos do projecto de arquitectura e design do produto, como sejam materiais a utilizar, componentes performance do produto, bem como as métricas da análise económico-financeira, no sentido de verificar a sua exequibilidade física (Ulrich e Éppinger, 2004; Boer, 1999).

O desenvolvimento físico do produto consubstancia-se na terceira fase do processo. Verifica-se a produção das primeiras unidades do novo produto que serão usadas nos testes de conformidade ao produto de acordo com os objectivos inicialmente propostos efectuados pelas funções de Marketing e I&D com o apoio da função produção (Diedericks e Hoonhout, 2007; Salomo, Gemunden e Leifer, 2007).

A quarta fase é designada de teste, uma vez que preconiza a comparação entre as especificações do produto físico desenvolvido e as expectativas emanadas pelo

mercado (Cooper, 2001). Esta fase, com ausência de não-conformidade, encarrega-se de catapultar o processo para a última fase, após serem tramitados os novos produtos desenvolvidos (Tebaldi, 1997).

Com a fase de comercialização encerra-se o processo inerente ao modelo apresentado através do estabelecimento de protocolos de distribuição com parceiros previamente definidos pela função de Marketing e I&D (Sarin e Mohr, 2008). Saliente-se a importância destas funções na prossecução da política comercial e de distribuição, no que respeita a auscultação das necessidades dos clientes (Boer, 1999), promovendo-se as alterações necessárias para o melhoramento dos produtos existentes ou criação de novos produtos (Song, Montoya-Weiss e Schmidt, 1997).

## 2.2 Metodologia da Gestão de Projectos

Actualmente, a nossa sociedade vive em constante mudança, “obrigando” as empresas a efectuarem constantes inovações e adaptações. Novas tecnologias surgem a cada dia, a economia está globalizada, a concorrência é extremamente feroz, diversas exigências são geradas por normas e legislações e há ainda a acrescentar a cada vez mais importante preocupação com o meio ambiente e com a responsabilidade social. Perante este cenário de rápidas e constantes mutações, as empresas encaram-no como ameaça ou oportunidade. Obrigatoriamente para subsistirem, as empresas são forçadas a incrementarem mudanças no seu processo de negócio. É neste sentido que despontam os projectos, dado que a implantação de mudanças foge das actividades rotineiras de uma empresa.

Com a implementação de mudanças é necessário que haja uma gestão de projectos, dado que qualquer alteração ao normal funcionamento da organização precisa de ser minuciosamente estudada e analisada. Por esta razão, a mudança e a gestão de projectos são importantes factores de competitividade nas empresas.

Os projectos sempre existiram desde a Antiguidade. Mas afinal o que é um projecto? Maximiano (1997) define projectos como “empreendimentos finitos, que têm objectivos claramente definidos em função de um problema, oportunidade ou interesse de uma pessoa ou de uma organização”.

Para Monteiro e Falsarella (2007), o projecto é um conjunto de actividades concentradas em torno de um objectivo comum, gerado por uma solicitação interna ou externa (ou ambas) à organização, que necessita de recursos específicos e que têm início e fim determinados.

Um projecto é uma estrutura provisória. Deixa de ser um projecto quando se gera consenso entre a equipa ou se concretiza a resolução do problema solicitado. Todo o projecto possui uma série de actividades que devem ser desempenhadas de modo a que os objectivos sejam atingidos. Como qualquer empreendimento organizacional, os projectos necessitam de recursos humanos, financeiros e materiais, através dos quais se definem o plano de acção e as metodologias a utilizar.

Na metodologia a utilizar na gestão de projectos, o desenvolvimento deve conter três fases distintas (Borges, 2006): Início e Planeamento, Execução e Controlo e Fecho do Projecto.



#### Início e Planeamento

O início e planeamento têm como objectivo principal estabelecer e concretizar o projecto até ao nível que permita ao Responsável do Projecto gerir eficazmente e articular as actividades que conduzam ao êxito do projecto.



#### Execução e Controlo

Na fase de execução e controlo consta o seguimento e controlo do projecto, a análise e o relatório. Cumpre-se o planeamento assegurando o cumprimento de todos os itens e gerindo as mudanças mediante a actualização do Planeamento de projecto e a comunicação a todos os intervenientes.

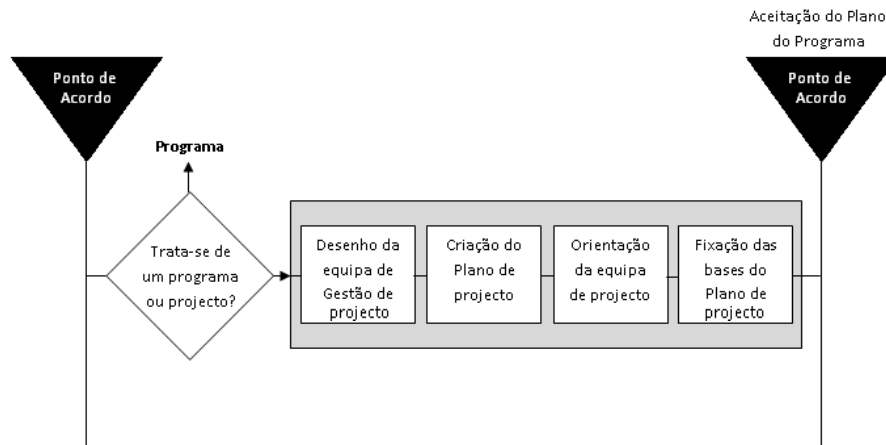


#### Fecho do Projecto

No fecho do projecto o objectivo fundamental é formalizar a aceitação final do projecto, assegurando uma correcta transmissão do conhecimento aos utilizadores.

### 2.2.1 Início e Planeamento

Na 1ª fase esboçam-se em traços muito gerais as bases do projecto. Esta é uma fase de bastante reflexão, dado que para se architectar toda a estrutura do projecto é essencial definir vários aspectos, de acordo com a figura 4.



**Figura 4 – Fase de Planificação**

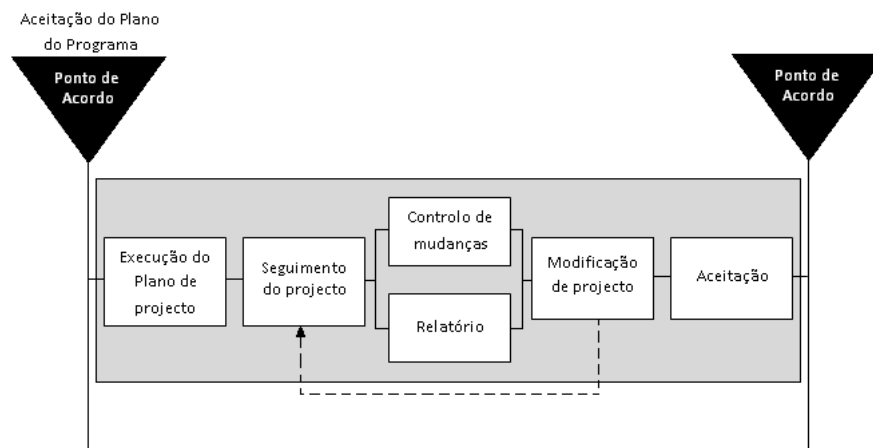
Nesta fase determina-se o objectivo do projecto, os cronogramas, os recursos, entre outros. Os diferentes aspectos a tratar são:

- Criação de uma equipa responsável;
- Definição de etapas, actividades e tarefas a realizar;
- Dependências e prioridades entre tarefas;
- Estimar data de início e fim de cada tarefa;
- Definição dos produtos a obter nas tarefas.

Este conjunto de actividades implica uma boa comunicação da equipa de gestão de projecto. Uma vez estabelecida, poder-se-á seleccionar e envolver no projecto o pessoal necessário para cobrir as necessidades detectadas.

### 2.2.2 Execução e Controlo

Nesta fase, pressupõe-se a aceitação do plano do projecto e a sua execução. Qualquer desvio ou alteração ao projecto deve ser tido em conta nesta etapa. Por essa razão, esta fase poderá ser mais demorada. Enquanto não houver aceitação ou acordo por todos os responsáveis, não se passa ao fecho do projecto.



**Figura 5 – Execução e controlo**

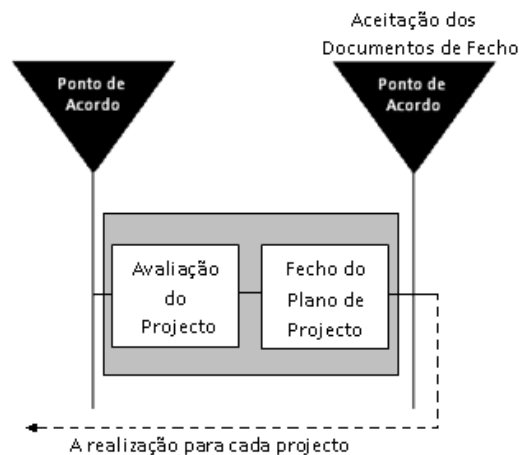
O objectivo desta actividade envolve completar as tarefas de acordo com a planificação realizada, obter a aprovação do utilizador aos produtos intermédios apresentados e controlar o desenvolvimento do projecto do ponto de vista de horas de dedicação e datas.

Esta actividade começa com uma reunião com todos os responsáveis do projecto, onde se designam as tarefas, a planificação e os membros da equipa de trabalho. Neste momento analisa-se e comunica-se a situação do projecto a todos os responsáveis. Se existirem alterações, altera-se a planificação e comunica-se aos responsáveis.



### 2.2.3 Fecho do Projecto

A fase final – Fecho do Projecto – prende-se essencialmente com a avaliação do projecto e a comunicação aos seus utilizadores.

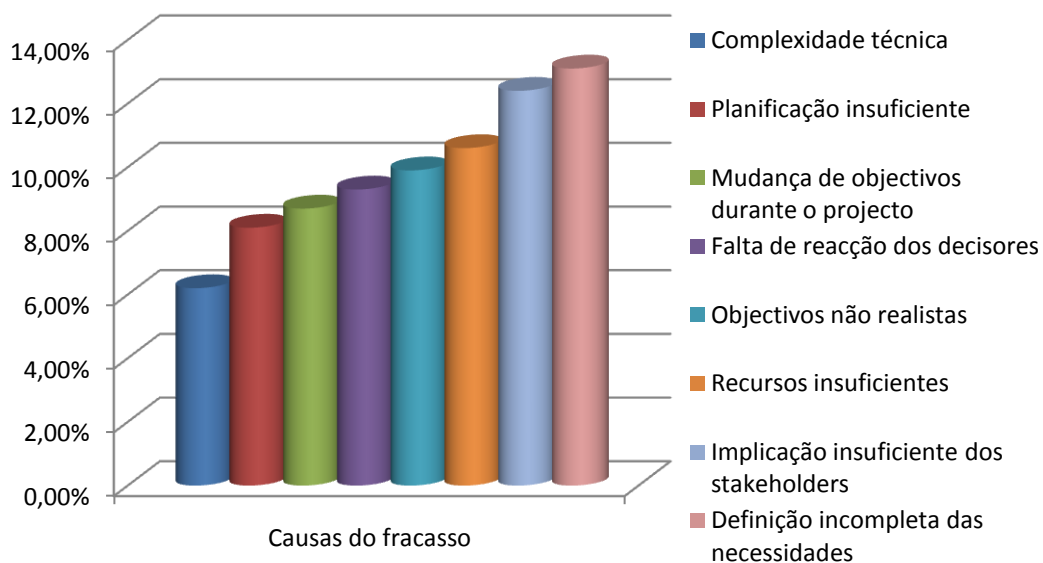


**Figura 6 – Fecho do projecto**

O objectivo da fase final de Fecho do projecto é formalizar a aceitação do final do projecto, assegurando uma correcta transmissão de conhecimentos a toda a equipa de projecto.

Durante este período elabora-se toda a documentação final do projecto, realizando-se uma análise final com a equipa do mesmo.

Em síntese, convém ressaltar actualmente o carácter estratégico de qualquer projecto, uma vez que é através deles que as empresas implementam as mudanças necessárias à sua sobrevivência. Estas mudanças, muitas vezes, dizem respeito à busca de inovações tecnológicas que, sem um projecto bem gerido, podem fracassar, como demonstra a figura 7, onde se expõem as principais causas que levam os projectos ao fracasso, onde se destaca a definição incompleta das necessidades com 13,10%.



**Figura 7** – Causas de fracasso na gestão de projectos<sup>1</sup>

Além destas causas, outros factores terão de ser considerados como inibidores de progressão dos projectos quer sejam erros passíveis de serem atribuíveis ao cliente do projecto, quer erros atribuíveis ao gestor do projecto.

De entre os erros atribuíveis ao cliente do projecto, destacam-se os seguintes:<sup>1</sup>

- Não especificar os seus desejos;
- Mudar as especificações ao longo do projecto;
- Não fornecer todos os dados do problema;
- Utilizar o chefe do projecto como “bode espiatório”;
- Tentar obter serviços gratuitos;
- Não acompanhar de perto o desenrolar do projecto;
- Assustar-se ao aprofundar os problemas;
- Querer transferir problemas ou decisões para o gestor do projecto;
- Não definir claramente quem é o responsável pelo projecto

<sup>1</sup> Formação frequentada na empresa.

- Querer tomar decisões a um nível inadequado à sua importância;
- Mudar constantemente a equipa de projecto.

No que respeita aos erros atribuíveis ao gestor do projecto, destacam-se os seguintes<sup>1</sup>:

- Não compreender bem o problema do cliente;
- Tentar adaptar o problema aos seus gostos e conhecimentos;
- Comprometer-se a alcançar objectivos irrealizáveis;
- Não ter os objectivos do projecto bem claros antes de começar;
- Não identificar claramente o responsável por parte do cliente;
- Aceitar tratar de problemas com um interlocutor inadequado;
- Não formalizar devidamente objectivos e acordos com o cliente;
- Aceitar com facilidade alterações aos objectivos do projecto;
- Não planificar adequadamente a execução do projecto.

#### 2.2.4 Aprendizagem organizacional

Uma das principais actividades no início de um projecto é a procura da informação. Esta busca tem origem numa necessidade informacional para tentar reduzir as incertezas quanto aos rumos do projecto. Quanto à prospecção, Santos e Beraquet (2001) afirmam que “no contexto da busca de informações, consideradas estratégicas para um propósito, destaca-se a necessidade de uma selecção sistemática e optimizada das informações obtidas”. Na opinião de Batista (2004), “as informações devem apresentar algumas características de qualidade, oportunidade e conteúdo”.

Não convém descurar a gestão da informação que é extremamente importante no seio da empresa, tal como os recursos humanos e os materiais. No entendimento de Davenport (2002), a gestão da informação resume-se a um conjunto estruturado de

actividades que incluem o modo como as empresas obtêm, distribuem e usam a informação e o conhecimento. Para Silva et al (2002), a informação e o conhecimento são activos indispensáveis para o processo de aprendizagem e inovação tecnológica.

Os projectos são, sem dúvida, grandes consumidores e também grandes produtores de informação. Além disso, apresentam um fluxo intenso de informações durante a sua vida. Todo este potencial informativo precisa de ser gerido em benefício do projecto. O ponto de partida de qualquer projecto é a informação. A ideia de um projecto surge sempre em função de um problema, de uma ameaça ou de uma oportunidade. A informação que origina um projecto pode ser interna, quando analisa os pontos fortes, fracos e problemas da organização, ou externas, quando são detectadas ameaças e/ou oportunidades. A gestão da informação em projectos tem como funções (Monteiro e Falsarella, 2007) a prospecção, a selecção, o tratamento, a disponibilização, a circulação e o armazenamento das informações necessárias à elaboração e ao desenvolvimento do projecto. Daí, ser essencial a escolha da metodologia e do plano de acção para conduzir o projecto ao fim desejado.

Através da gestão de projectos, a empresa fortalece o seu arquivo de conhecimentos facilitando a organização a tomar decisões melhores e mais dinâmicas. Segundo Davenport (2002), a aprendizagem organizacional ocorre não apenas pela obtenção da informação, mas também pela partilha e distribuição a terceiros. Em projectos empresariais, a informação precisa de circular entre os membros da equipa, tendo como consequência a aprendizagem. Para Kerzner (2002), os projectos reúnem e vendem conhecimento. Ao reunir as informações, os projectos transformam-nas em resultado, isto é, formalizam, capturam e fazem a triagem deste conjunto para produzir um activo empresarial de valor ainda maior.

Ao longo da sua existência, toda a empresa tende a acumular e a registar os conhecimentos. Ficam registadas as melhores práticas em termos de sucessos obtidos e também os fracassos. Os sucessos são para serem imitados em novos projectos e os fracassos como um alerta para evitarem repetições. Esta base de conhecimentos deve ficar à disposição da organização para utilização em actividades rotineiras ou em novos projectos.

Conclui-se então que a aprendizagem organizacional refere-se à capacidade de uma empresa se apropriar do conhecimento que ela mesma busca e produz. Um projecto como produtor de informações e gerador de conhecimento pode beneficiar a empresa, visto que as informações e os conhecimentos adquiridos por meio dele são incorporados à base de conhecimentos, a qual vai agregar valor ao dia-a-dia da organização.

## 2.3 FMEA

### 2.3.1 A história da FMEA

O método Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) surgiu na Indústria Militar Americana em 1949 (Puente, 2002).

Aproximadamente em 1963, aquando da missão Apollo, a NASA (National Aeronautics and Space Administration) desenvolveu um método para identificar, de uma forma sistemática, potenciais falhas em sistemas, processos ou serviços, identificar seus efeitos, suas causas e, conseqüentemente, definir acções para reduzir ou eliminar o risco associado a essas falhas. Esse método foi chamado de Análise de Modos e Efeitos de Falha, FMEA (Puente, 2002).

Apesar de ter surgido em 1963, só posteriormente a 1977 é que passou a ser utilizado de forma mais abrangente, quando a Ford Motors Company começou a utilizar o método na fabricação de automóveis (Gilchrist, 1993).

A FMEA consiste numa técnica de análise que foi desenvolvida para ser aplicada principalmente em componentes, sendo o objectivo principal “radiografar” cada um dos componentes de um sistema, com a finalidade de elencar todas as possibilidades pelas quais o componente possa vir a falhar e avaliar quais os efeitos que estas falhas podem repercutir-se sobre os outros componentes e sobre o sistema (Carbone e Tippet, 2004; Simões, 2004).

Segundo Maddox (2005), a FMEA é uma das técnicas de análise de riscos mais utilizadas, pois analisa os possíveis modos de falhas dos componentes de um sistema, e qual impacto dessas falhas nos outros componentes e no sistema.

De acordo com Puente (2002), a FMEA possibilita que potenciais problemas e possíveis defeitos em produtos sejam analisados e identificados antes de chegarem ao cliente final.

A utilização da FMEA possibilita a determinação de acções preventivas ao invés de acções correctivas, que normalmente geram retrabalho, custos extras de mão-de-obra e materiais, além de transtornos indesejáveis aos clientes.

De acordo com Palady (1997), a utilização da FMEA implica custos para a organização, mas a eficácia na utilização da FMEA transforma esses custos em investimentos. Palady (1997) afirma ainda que as organizações podem incluir o custo associado à utilização da FMEA em três categorias: Custo de Prevenção; Custo de Avaliação e Custo de Falha. A finalidade com a utilização da FMEA é a redução no Custo da Falha, gerando assim maiores dividendos que o Custo de Prevenção e Avaliação. Uma empresa que investe no Custo de Prevenção irá ter ou não um retorno considerável do investimento. Este retorno dependerá claramente da eficácia na implementação das ferramentas e dos métodos de prevenção.

### 2.3.2 Os benefícios da FMEA

O objectivo clássico da utilização da FMEA é detectar falhas antes que as mesmas possam ocorrer em processos de fabrico. E à medida que as causas das falhas são reduzidas ou totalmente eliminadas pela utilização da FMEA, a fiabilidade do processo aumenta de forma considerável.

Stamatis (1995) refere os seguintes benefícios como os resultantes de uma correcta utilização da FMEA: melhorar a qualidade, a confiança e a segurança dos produtos ou dos serviços; melhorar a imagem e a competitividade da organização; contribuir para aumentar a satisfação do cliente; reduzir o tempo e o custo de desenvolvimento de produtos; estabelecer uma prioridade para a tomada de acções

de melhoria; identificar características críticas ou significativas; contribuir na análise de um novo processo de montagem ou de manufactura; contribuir na definição de acções correctivas; listar as falhas potenciais e identificar a magnitude relativa de seus efeitos; desenvolver critérios rápidos para manufactura, processos, montagem e serviços; prover documentação histórica para futuras referências, auxiliando nas mudanças de projectos, processos e serviços.

Também para Trammell et al (2004) o recurso à FMEA no é vantajoso quanto: à redução de prazos e de custos de lançamento de novos produtos, ao aumento da qualidade e à fiabilidade do produto, proporcionando a satisfação do cliente.

Segundo Garcia (2000), a utilização eficiente da FMEA, possibilita a melhoria contínua, servindo também como registo histórico para casos futuros.

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), a utilização da FMEA tem como principal finalidade identificar as características do processo que são críticas para os diversos tipos de falhas, podendo ainda identificar falhas antes de acontecerem, utilizando um procedimento constituído por três perguntas chaves:

Qual seria a consequência da falha?

Qual a probabilidade da falha ocorrer?

Qual a probabilidade desta falha ser detectada antes que afecta o cliente?

Conclui-se então que a FMEA consiste em identificar as falhas prováveis em projectos, estabelecer as prioridades para o tratamento das falhas e implementar as acções recomendadas. De seguida, dever-se-á analisar se estas acções recomendadas diminuiram a probabilidade de ocorrência de falha. Deste modo, a constante aplicação da FMEA permitirá uma melhoria contínua da organização.

### 2.3.3 A utilização da FMEA

Segundo Puente (2002), a FMEA estuda a severidade de cada falha relativamente ao impacto causado aos clientes, sua probabilidade de ocorrência e de

detecção antes de chegarem ao cliente. Partindo do produto destes três elementos, severidade, ocorrência e detecção, o método FMEA estabelece prioridade às falhas devido aos maiores riscos que estas projectam no cliente.

Existe concordância dos autores que a avaliação da severidade deve ser realizada a partir do efeito da causa, contudo para a avaliação da ocorrência e detecção não existe esse consenso. A Tabela 2 apresenta as diversas abordagens no que respeita os três factores de avaliação de ocorrência de cada falha: severidade, ocorrência e detecção.

**Tabela 2** – Diferentes pontos de vista para avaliação de severidade, ocorrência e detecção

Fonte	Severidade	Ocorrência	Detecção
ECSS-Q-30-02 A (2002)	Efeito	Modo de Falha	Modo de Falha Causa
Helman (1995)	Efeito	Causa	Modo de Falha /Efeito
Pinto e Xavier (2001)	Efeito	Modo de Falha	Modo de Falha
Layzell e Ledbetter (1998)	Efeito	Modo de Falha	
MIL-STD-1629 A (2005)	Efeito	Modo de Falha	Modo de Falha
Palady (1997)	Efeito	Modo de Falha / Causa	Modo de Falha / Causa
IQA (1998)	Efeito	Causa	Modo de Falha / Causa

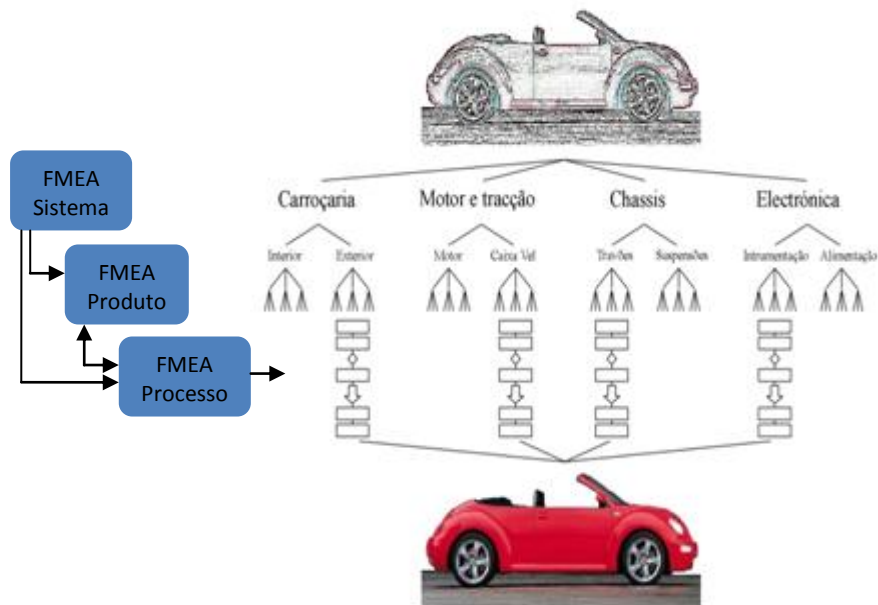
Fonte: Adaptado de Fernandes e Rebelato (2006).

Devido à maior abrangência da proposta apresentada por Palady (1997), será esta a adoptada neste estudo como referência para a avaliação dos quadros da FMEA. Segundo Palady (1997), este modelo permite a análise detalhada de sistemas produtivos que possam, ocasionalmente, afectar a confiabilidade prevista no produto, identificando os modos de falhas potenciais no processo e seus efeitos no cliente. Por outro lado, esta sua proposta de análise potencia também a identificação das variáveis de processo que devem ser controladas para priorizar as acções preventivas ou correctivas.

De acordo com Stamatis (2003), existem três tipos principais da FMEA (figura 8):



- a) FMEA de sistema;
- b) FMEA de produto;
- c) FMEA de processo.



**Figura 8 – FMEA da Sistema, Produto e Processo**

A FMEA de sistema (ou conceito) é utilizada durante a fase de concepção. Foca-se nos modos de falhas potenciais das funcionalidades dos produtos ou equipamentos causados por um design imperfeito. A FMEA de sistema é a mais permeável e reconhecível para o cliente, uma vez que aborda as falhas do sistema relativamente às suas funcionalidades e às expectativas dos clientes.

A FMEA de produto é utilizada para avaliar possíveis falhas no projecto do produto durante o seu desenvolvimento. Foca-se nas falhas do projecto em relação ao cumprimento dos objectivos definidos. O resultado da FMEA de produto indica a necessidade de alterações no projecto do produto, estabelecendo prioridades para as acções de melhoria, identificando as características críticas e avaliando os requisitos e alternativas do projecto.

A FMEA de processo é utilizada para avaliar as falhas em processos durante a fase de planeamento para a produção. Foca-se nos modos de falhas dos processos de fabrico. O resultado da FMEA de processo indica necessidades de alterações no

processo, estabelece prioridades para as acções de melhoria, auxilia na execução do plano de controlo do processo e na análise dos processos de produção e montagem.

As etapas para a execução da FMEA são:

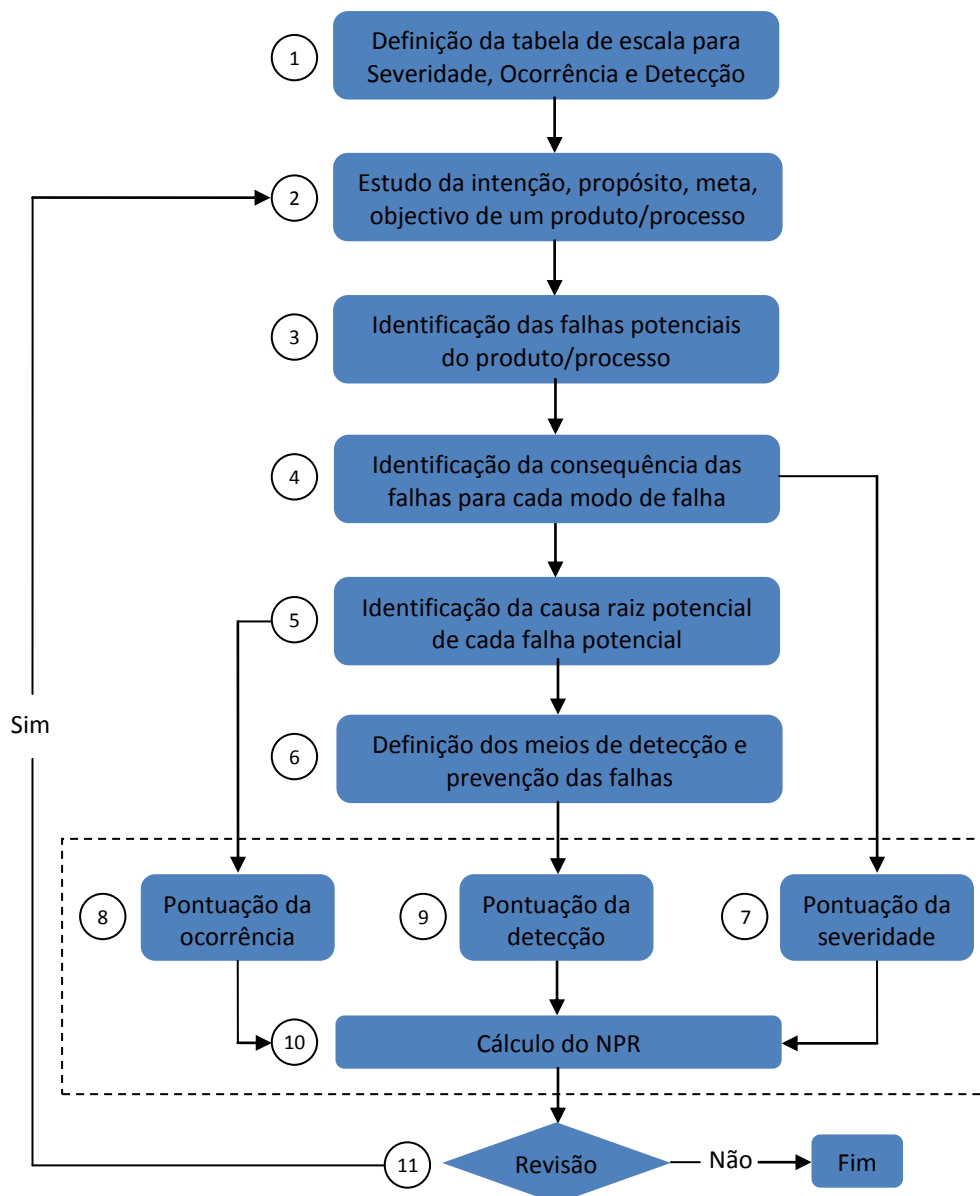
1. Identificar modos de falha conhecidos e potenciais;
2. Identificar os efeitos de cada modo de falha e a sua respectiva severidade;
3. Identificar as causas possíveis para cada modo de falha e a sua probabilidade de ocorrência;
4. Identificar os meios de detecção do modo de falha e sua probabilidade de detecção;
5. Avaliar o potencial de risco de cada modo de falha e definir medidas para sua eliminação ou redução.

Estas diversas etapas resultam após a realização de acções que promovam o aumento da probabilidade de detecção ou a redução da probabilidade de ocorrência da falha. A severidade é um critério extremamente importante neste processo. Ele dá-nos como indicador o nível de transtorno que o efeito da falha projecta no cliente.

Tay e Lim (2006) e Sharma, Kumar e Kumar (2005) propõem um procedimento de preenchimento de FMEA conforme apresentado na Figura 9.

Na sua elaboração, cada componente é examinado de forma a identificar os seus possíveis modos de falhas. Para cada modo de falha são atribuídos três valores:

- Capacidade de Detecção (D)
- Probabilidade de Ocorrência (O)
- Severidade do impacto (S)



**Figura 9** – Procedimento para preenchimento do quadro da FMEA

Fonte: Tay e Lim (2006); Sharma, Kumar e Kumar (2005)

Do produto das três variáveis resulta o valor de risco, denominado NPR (Maddox, 2005), conforme se apresenta na equação 1.

$$R \text{ ou } NPR(i) = S(i) \times O(i) \times D(i) \quad (1)$$

R (i) – Risco médio do sistema, subsistema ou componente i;

S(i) – Impacto ou severidade percebida pelo cliente no subsistema ou componente i, caso um modo de falha previsto ocorra;

O(i) – Ocorrência, ou probabilidade dos possíveis modos de falha do sistema, subsistema ou componente i;

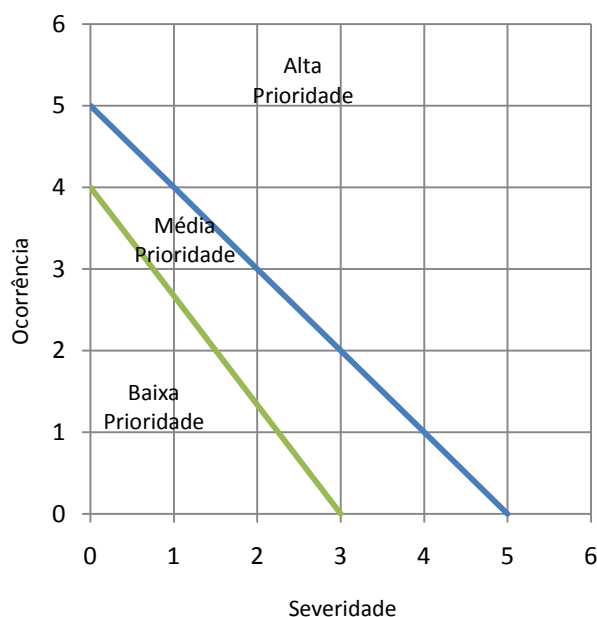
D(i) – Detecção, ou eficácia dos testes ou simulação ao prever um modo de falha.

Segundo Palady (1997) deve-se elaborar um gráfico usando as escalas de avaliação da severidade e ocorrência, ambas com igual comprimento, sendo a primeira no eixo horizontal e a segunda no eixo vertical.

Deve-se dar prioridade à falha com maior classificação de severidade e de ocorrência, independentemente do valor do RPN.

A escala 1-10 é frequentemente usada na pontuação da severidade, ocorrência e detecção, apresentando uma maior precisão e diferenciação entre resultados, contudo a escala 1-5 facilita o consenso entre os responsáveis envolvidos na análise, de acordo com Welborn (2007). Obviamente que as tabelas para obtenção dos valores foram e são alvo de adaptações constantes consoante as áreas de aplicação.

O gráfico é dividido em regiões, previamente estipuladas pela equipa responsável, que situam as falhas de alta, média e baixa prioridade, conforme se apresenta na figura 10. No gráfico da figura, que utiliza a escala de 1-5, considerou-se que o grau de severidade igual a cinco e o grau cinco na escala de ocorrência são os pontos iniciais da fronteira de alta prioridade no gráfico. A região de média prioridade foi estabelecida pela articulação dos pontos três da escala de severidade e quatro da escala de ocorrência.



**Figura 10** – Determinar as prioridades

#### 2.3.4 Críticas à FMEA

Embora a FMEA dê prioridade aos efeitos mais críticos dos modos de falha em análise, permitindo uma optimização dos recursos existentes, requer uma análise de cada componente de um sistema. Essa análise é excessivamente trabalhosa, podendo rapidamente ultrapassar os recursos existentes (Trammell, 2004).

Para Fernandes e Rebelato (2006), o conceito tradicional de FMEA apresenta algumas lacunas que dificultam a sua utilização. Por exemplo, quando há uma acção que visa a detecção da falha, o formulário tradicional da FMEA exige que a dita acção seja repetida diversas vezes, dado que é comum a acção de detecção estar relacionada ao modo de falha e não a uma causa específica. Dentro de cada modo de falha podem existir várias causas possíveis, logo é necessário repetir as mesmas acções de detecção enquanto se estiver a analisar aquele modo de falha. Logicamente a repetição destas acções acarreta trabalho adicional e é desgastante, dificultando a actualização da FMEA.

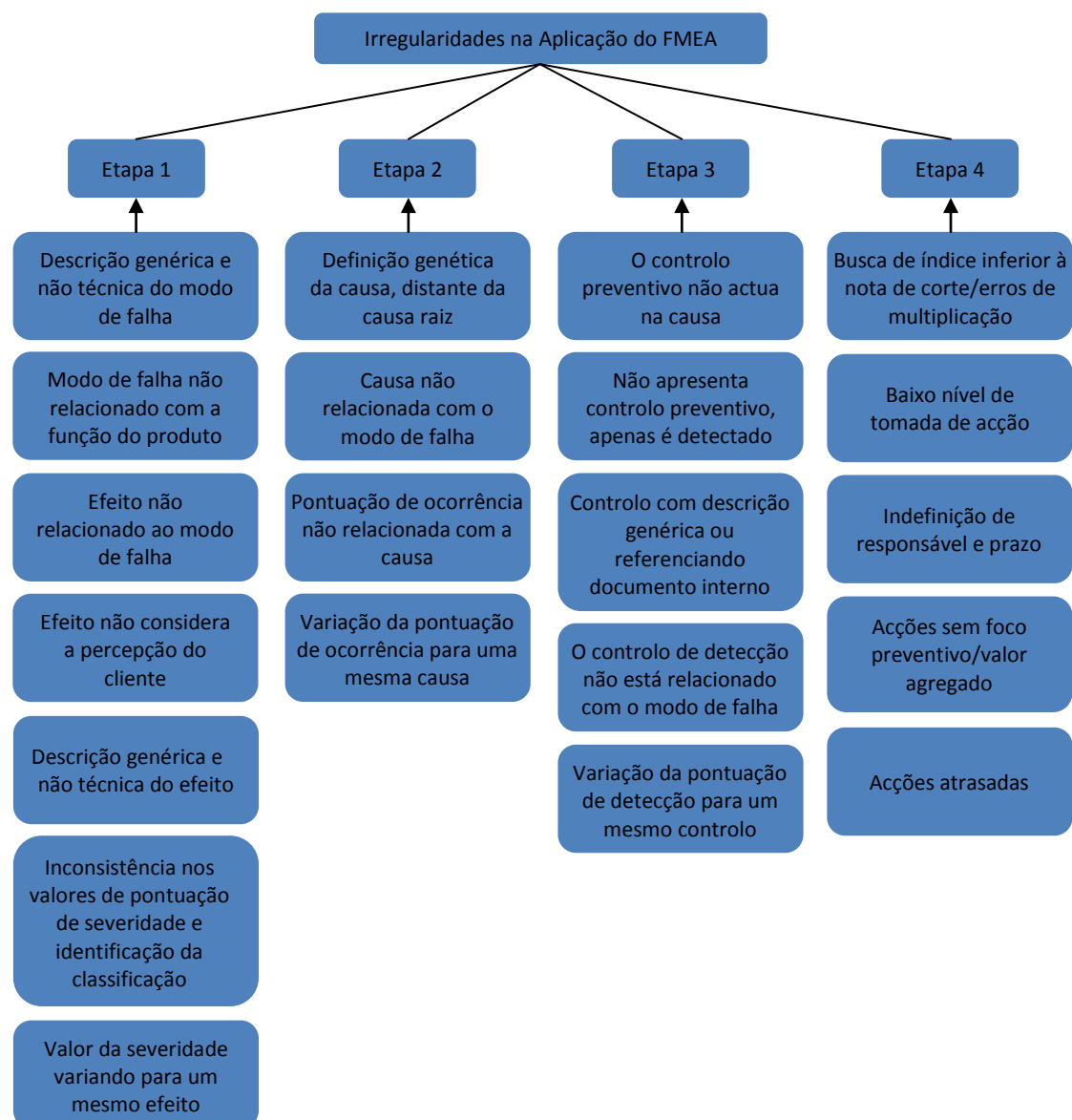
Para os mesmos autores, outro facto adverso é que o conceito tradicional da FMEA não é suficientemente esclarecedor em relação às informações dos controlos

actuais, acções recomendadas e acções tomadas. A FMEA é um instrumento de trabalho vivo, logo as acções recomendadas tornam-se controlos actuais. Por outro lado, não é possível afirmar claramente se os controlos actuais actuam sobre a detecção ou sobre a ocorrência da falha.

Segundo Puente (2002) podem-se fazer as seguintes críticas à FMEA:

- A avaliação oferecida pelo NPR nem sempre pode ser avaliada pelos meios de detecção (D);
- Não há uma regra algébrica precisa para a determinação dos índices ocorrência (O) e detecção (D);
- O cálculo do NPR baseado no produto dos três índices também pode causar distorções, pois enquanto a probabilidade de não-detecção e a sua respectiva pontuação seguem uma função linear, a relação entre a probabilidade de ocorrência de uma falha e a sua pontuação não é necessariamente linear;
- Diferentes pontuações de ocorrência e detecção podem levar a um mesmo NPR, apesar do risco envolvido ser diferente;
- O NPR não consegue medir a efectividade das acções de melhoria proposta;
- Apesar do cálculo do NPR ser o produto dos três índices, deve-se ter em conta o índice da severidade, mesmo que o NPR seja baixo.

Existem algumas irregularidades na aplicação da FMEA. Segue-se a figura 11, com algumas irregularidades detectadas nas etapas do preenchimento do quadro da FMEA. De acordo com Aguiar e Salomon (2006), cada uma das quatro etapas apresentadas abaixo corresponde a possíveis irregularidades que poderão eventualmente ocorrer em cada parâmetro do quadro da FMEA (consultar tabela 8), ou seja, a etapa 1 corresponde ao preenchimento do quadro até à severidade, a etapa 2 até à ocorrência, a etapa 3 até à detecção e, por fim, a etapa 4 até ao novo RPN.



**Figura 11** – Irregularidades levantadas na utilização do FMEA

Fonte: Adaptado de Aguiar e Salomon (2006).





### 3 Oliveira & Irmão, S.A.

#### 3.1 Apresentação da Empresa



**Figura 12** – Vista aérea da Oliveira & Irmão, S.A.

A Oliveira & Irmão foi fundada em 1954 como empresa de comercialização de artigos de fundição e de equipamento para o sector agrícola, nomeadamente artigos de rega. Apostando desde o início numa implantação que garantisse a cobertura do mercado nacional, a empresa baseou o seu crescimento no alargamento da gama de produtos comercializados, ganhando particular destaque a oferta de artigos sanitários para o sector da construção civil.

No sentido de dar resposta às crescentes solicitações do mercado, num quadro de diversidade de produtos e de elevados padrões de qualidade, a empresa criou a sua primeira unidade industrial em 1981, especializando-se no fabrico de autoclismos em plástico e componentes para autoclismos cerâmicos.

Em 1987, depois de passar a sociedade anónima, a empresa inicia um processo de fusão das suas unidades comercial e industrial e, em termos industriais, especializa-

se no fabrico de componentes de autoclismos, tornando-se numa unidade de referência mesmo além fronteiras.

Hoje, a empresa tornou-se numa empresa de dimensão europeia, colocando-se entre as maiores do sector em que opera, ocupando uma posição de elevado destaque no mercado europeu. Lidera tecnologicamente o sector no mercado interno. O crescimento da sua presença nos mercados externos constitui a afirmação clara da sua vocação: ser uma unidade internacional reconhecida pela sua dinâmica e qualidade dos produtos e serviços.

A empresa conta com uma ligação societária ao Grupo Fondital (Itália), através das estruturas accionistas da Oliveira & Irmão, S.A. e da Oliver Internacional, SRL. A nível nacional a empresa detém uma participação monetária da estrutura societária da Moldaveiro – Moldes Lda.

O sucesso desta empresa deve-se principalmente à excelente qualidade dos seus produtos, os quais têm satisfeito constantemente as expectativas dos consumidores.

As actividades da Oliveira & Irmão, S.A. podem ser divididas em dois tipos: Comercial e Industrial.

No que diz respeito à sua actividade comercial, a Oliveira & Irmão, S.A. assume uma cultura onde encara as relações como as parcerias. Para isso, disponibiliza meios, fornece informação e oferece um vasto *know-how* permanentemente reforçado pelos programas de formação que promove.

Quanto à actividade industrial, a empresa recorre a sofisticados meios tecnológicos, numa estratégia de permanente actualização face às evoluções técnicas que, a nível mundial, se vão verificando no sector. A implementação de sistemas produtivos resultantes de apurados processos de investigação e desenvolvimento traduz-se em produtos com elevadas performances em termos de qualidade, custo e eficiência. Optimizando as condições de trabalho dos colaboradores e recorrendo a um sólido *know-how*, a empresa desenvolve a sua actividade em condições de permanente e integral respeito dos mais exigentes padrões normativos de qualidade.

### **Missão**

A Oliveira & Irmão, S.A. tem a missão de criar, produzir e comercializar soluções inovadoras na área da hidro-termo-sanitária à escala global, antecipando as expectativas dos clientes, estabelecendo parcerias e actuando de forma socialmente responsável.

### **Visão**

A empresa pretende ser o fornecedor preferencial para as soluções hidro-termo-sanitárias de elevado valor tecnológico; sustentar o reconhecimento da marca OLI; personalizar soluções e padronizar componentes.

### **Valores**

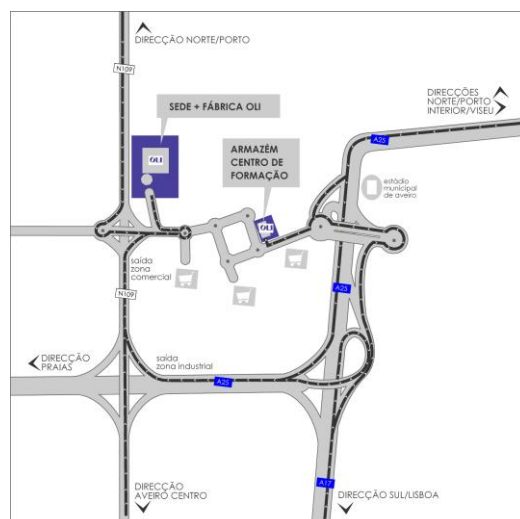
A Oliveira & Irmão, S.A. assume o compromisso da orientação para o cliente, os valores da excelência e da confiança; o estabelecimento de parcerias; a inovação; e por último e não menos importante, a valorização das pessoas.

## **3.2 Localização**

Actualmente, a Empresa possui as instalações industriais, comerciais e administrativas na Variante da cidade – Esgueira; 3801 - 851 Aveiro, e o armazém também situado na Zona Industrial (Figura 13).

A Oliveira & Irmão, S.A. está instalada em terreno próprio com uma área total 69 400 m<sup>2</sup> ocupando 24166 m<sup>2</sup>.

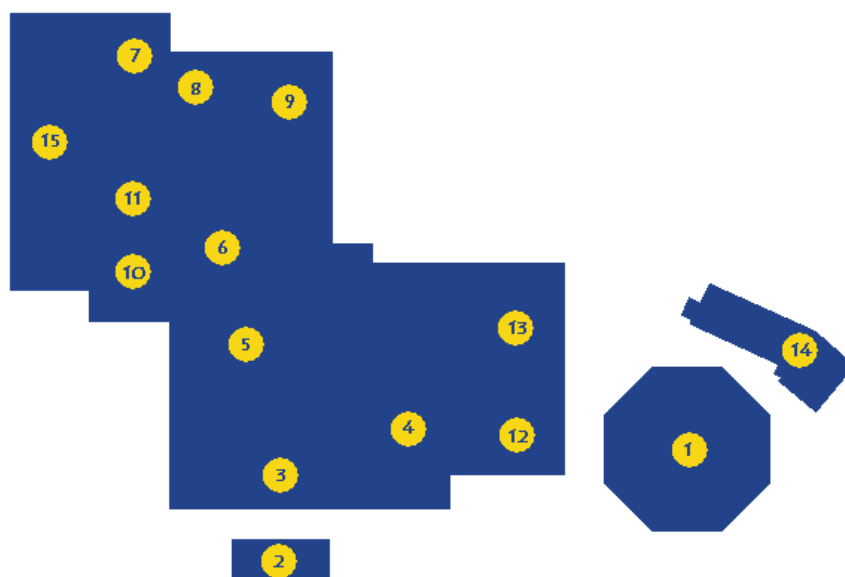
A localização em Aveiro deve-se simplesmente ao facto dos seus fundadores serem naturais desta cidade. Esta localização depressa se revelou uma grande vantagem, dado o crescimento sustentado da cidade, não só a nível dos acessos, mas também a nível académico. Prova disso mesmo é o número actual de colaboradores formados na Universidade de Aveiro.



**Figura 13 – Localização da OLI**

### 3.3 Layout

O layout de uma empresa deve refletir a filosofia e a cultura da organização, já que o essencial de um layout assenta na coerência e no equilíbrio. Em teoria, o layout procura transmitir a linguagem da empresa. No caso desta empresa, a localização dos diferentes sectores/ departamentos está distribuída por proximidade com a hierarquia superior. Isto é, todos os processos e os equipamentos do mesmo tipo são desenvolvidos na mesma área e também as operações ou as montagens semelhantes são agrupadas no mesmo espaço ou na área ao lado, conforme a figura abaixo.



**Figura 14** – Layout da empresa

Legenda:

- 1- Edifício Octogonal (onde se encontram vários departamentos);
- 2- Departamento do Projecto;
- 3- Departamento da Produção;
- 4- Departamento do Produto Acabado;
- 5- Parque das Máquinas;
- 6- Armazém dos Injectados;
- 7- Armazém dos Adquiridos;
- 8- Departamento de Logística;
- 9- Armazém do Cartão;
- 10- Reciclagem;
- 11- Armazém de Matérias-primas Granuladas;
- 12- Departamento de Planeamento;
- 13- Armazém do Produto Acabado;
- 14- Moldaveiro;
- 15- Projecto Twins.

### 3.4 Produtos

A Oliveira & Irmão, S.A. dedica-se ao fabrico de autoclismos e seus componentes, nomeadamente, para a indústria cerâmica. Simultaneamente, representa uma vasta gama de marcas de prestígio internacional, seleccionadas numa lógica de qualidade e garantia dos produtos que comercializa.

Em termos de produção existem cinco tipos de produtos:

- Autoclismos Plásticos (figura 15):
  - Interiores;
  - Exteriores.
- Mecanismos para Cerâmicos (figura 16):
  - Torneiras;
  - Válvulas de Descarga.
- Placas de Comando (figura 17)
- Vários Componentes Plásticos
- Cabeças Termostáticas para Material de Aquecimento

Relativamente aos artigos comercializados pela Oliveira & Irmão, S.A., seguem-se as gamas dos produtos (Figura 18):

- Gama de Mobiliário de W.C. e Acessórios
- Gama de Aquecimento
- Gama de Tubagens
- Gama de Motores



**Figura 15** – Autoclismos Exteriores, Autoclismos Interiores e Estruturas



**Figura 16** – Torneiras Bóia e Válvulas de Descarga



**Figura 17** – Placas de Comando

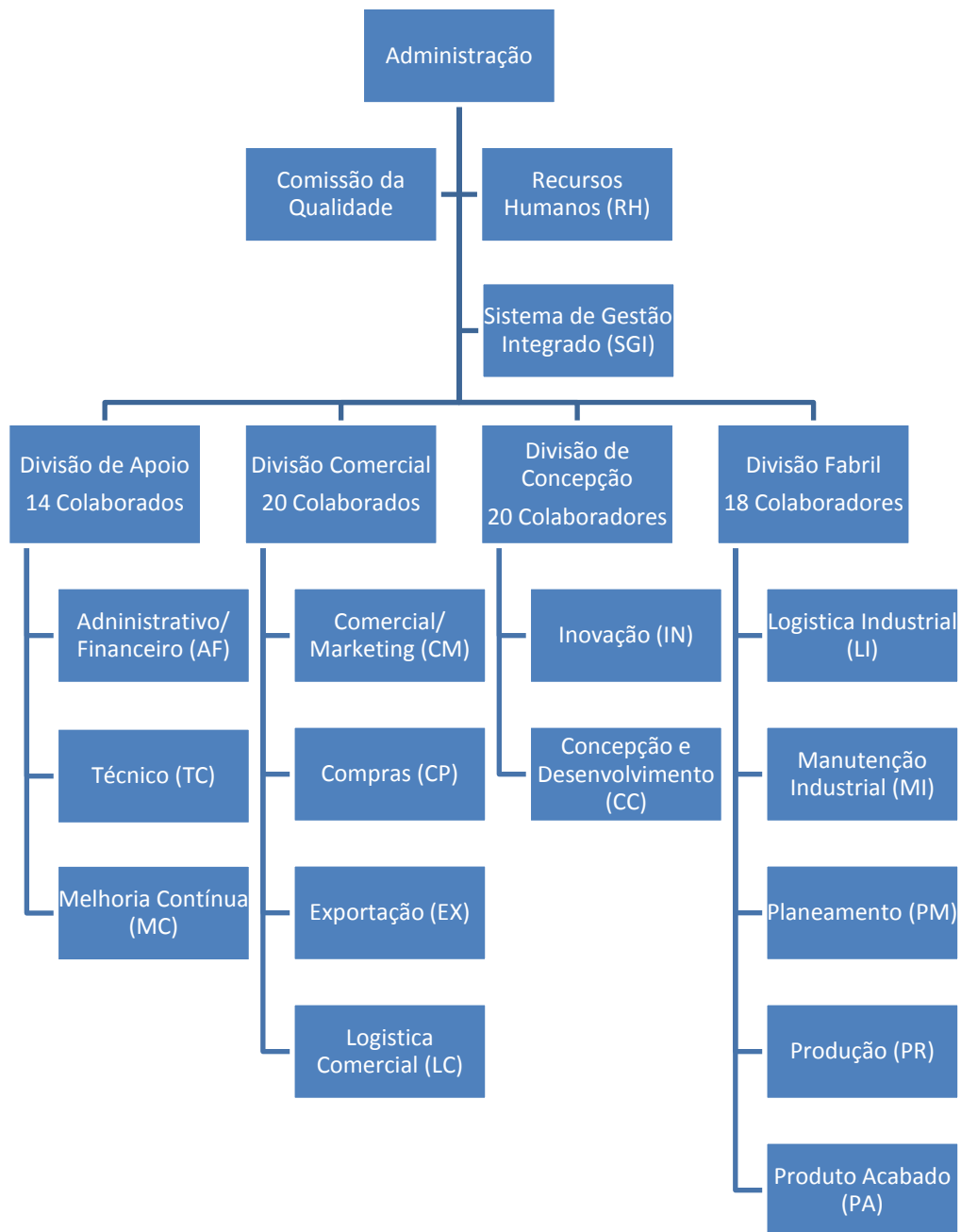


**Figura 18** – Alguns Produtos Comercializados



### 3.5 Estrutura da Empresa

O organigrama geral da Oliveira & Irmão, S.A. é o apresentado na figura 19.



**Figura 19** – Organigrama

### 3.6 Dados operacionais

A Oliveira & Irmão, S.A. tornou-se uma empresa de dimensão europeia, colocando-se entre as maiores do sector em que opera, ocupando uma posição de elevado destaque no mercado europeu e lidera tecnologicamente o sector do mercado interno.

De seguida na tabela 7 pode verificar-se o estado económico e financeiro da empresa, assim como os dados sociais, retirados do Relatório e Contas da empresa de 2009.

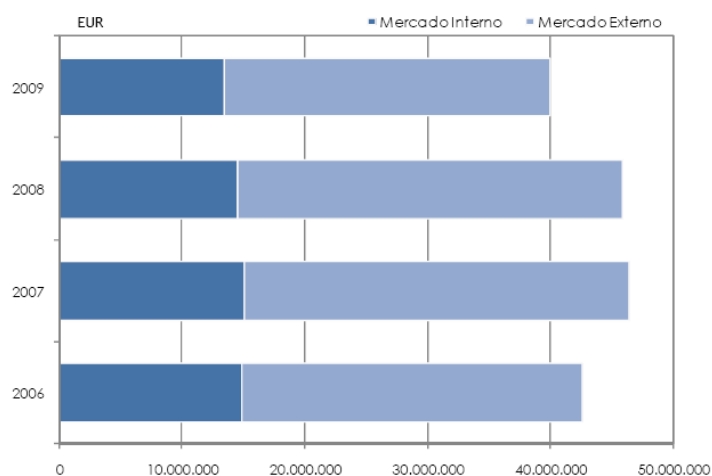
**Tabela 3** – Dados operacionais da Oliveira & Irmão, S.A. referentes a 2009

<b>Económicos e Financeiros</b>	
Volume de Negócio	40.018.684
Investimento	1.391.881
Capital Próprio	14.493.927
Total Activo	77.737.113
Resultado Líquido	993.453
Resultado Operacional	2.559.119
<b>Sociais</b>	
Total de colaboradores no final do ano	325
Homens	145
Mulheres	180
N.º de colaboradores com formação superior	59
N.º de horas de formação	12.632
N.º de formandos envolvidos	323
Nível etário (anos)	37,9
Índice de gravidade de acidentes de trabalho	Bom

### 3.7 Mercados

A nível comercial, a empresa actua principalmente no mercado externo. Em comparação com o ano anterior e devido à recessão, as vendas globais caíram 12,9%, conforme se verifica na tabela 4.

**Tabela 4 – Vendas no mercado interno e externo**



As vendas totais do ano de 2009, no valor de 40.009.823 euros, dividiram-se por actividade como representa na tabela 5, onde se verifica a importância do mercado externo para os produtos.

**Tabela 5 – Vendas por actividade e mercado**

Prod./Merc.	Interno	Externo	Total
Produtos	8.035.800	25.444.518	33.480.318
Mercadorias	5.466897	1.062.608	6.529.505
	13.502.696	26.507.126	40.009.823

A Oliveira & Irmão, S.A. aposta cada vez mais no mercado internacional, tendo uma presença internacional alargada, conforme se verifica nas figuras 20, 21 e 22.



**Figura 20 – Mercado na Europa**



**Figura 21 – Mercado na África**



**Figura 22 – Mercado na Ásia**

### 3.8 Metodologia da Oliveira & Irmão, S.A.

#### 3.8.1 Investigação e Desenvolvimento

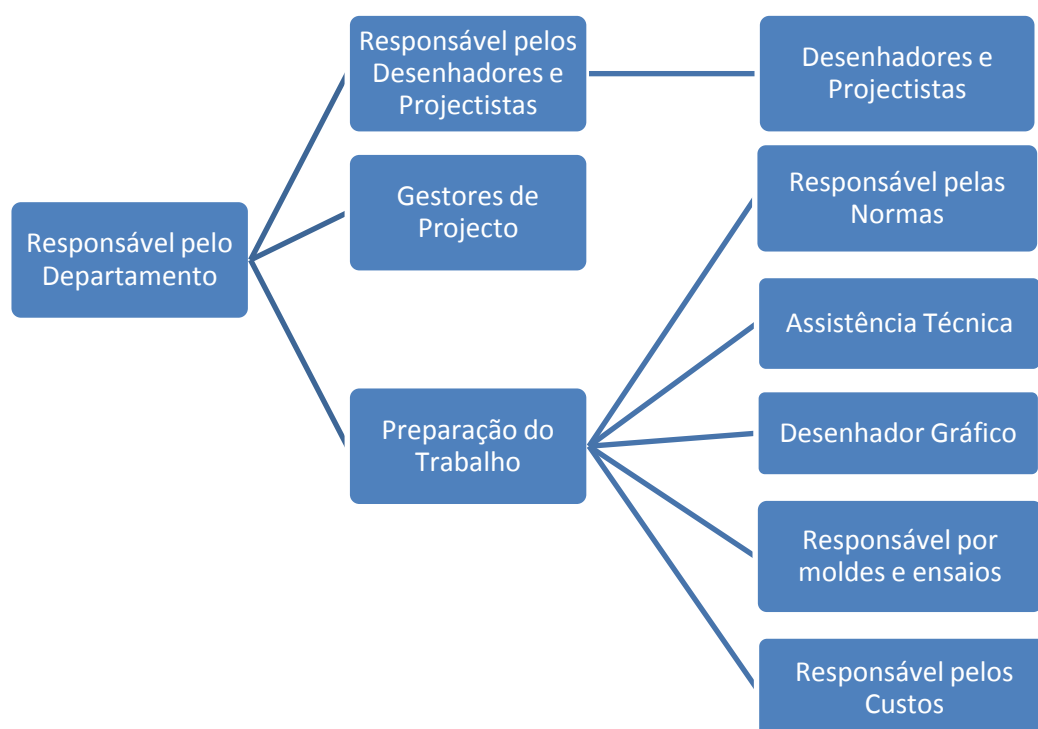
A Oliveira & Irmão, S.A. orienta-se principalmente para o cliente, pretendendo oferecer uma maior escolha e personalização.

Uma das suas principais vantagens competitivas é a capacidade de antecipar e de adaptar-se rapidamente às exigências do mercado. Nesta perspectiva, a empresa tem um grupo de técnicos equipada de meios tecnológicos de última geração, dedicando-se ao desenvolvimento de novos produtos e apresenta soluções inovadoras encarando a satisfação total do cliente como objectivo principal.

### 3.8.2 Departamento de Concepção e Desenvolvimento

Este departamento é responsável pela concepção de novos produtos, melhoria dos produtos já existentes, inovações e correcções técnicas do produto, controlo da qualidade das peças concebidas, por uma pessoa responsável pela qualidade no departamento, normalização de produtos, assistência técnica, desenho gráfico (embalagens e instruções de produto), contacto directo com o fornecedor de moldes e desenho técnico dos produtos. O departamento de concepção e desenvolvimento tem 15 colaboradores.

O departamento está dividido em três sectores: Desenhadores e Projectistas, Gestores de Projecto e Preparação do Trabalho. As principais funções dos responsáveis por estas três áreas estão apresentadas na tabela 6.



**Figura 23** – Organograma do Departamento de Concepção e Desenvolvimento

**Tabela 6** – Actividades executadas pelo departamento

Responsável	Actividade (s)	Observações
<b>Desenhadores/Projectistas</b>	Desenho e prototipagem de novos produtos; Desenho 3D e 2D; Elaboração das FIC (Ficha de inspecção e controlo) e FRT (Ficha de recepção técnica).	Em alguns casos as FRT são elaboradas pelos Gestores de Projecto (como por exemplo: sacos de acessórios e estruturas metálicas)
<b>Gestor de Projecto</b>	Gestão e acompanhamento novos projectos;  Acompanhamento do projecto ao longo de todas as etapas;  Elaboração da respectiva Ficha de Produto, Ficha de Embalagem e Especificações técnicas, para estar disponível informaticamente, para a sua consulta nas linhas de produção.	
<b>Preparação de Trabalho</b>	Ensaio e gestão dos moldes; Análise da Qualidade do produto; Assistência Técnica; Certificação de novos produtos; Gestão de informação no IFS; Cálculo de Custos dos Produtos.	Não existe um responsável por esta actividade, mas sim um grupo de pessoas que se insere nesta actividade.

### 3.8.3 Gestão de Projectos

Um projecto pode ser originado por um pedido do cliente ou internamente. O projecto pode ser um novo produto, uma variante ou uma alteração.

- Produto Novo – produto criado de raiz, que obedece a um planeamento de concepção.
- Alteração – alteração de um produto que já existe passando a definitivo e o original deixa de existir.
- Variante – Criar produto novo com base num produto já existente e mantendo a peça original.

Os projectos na empresa são classificados por níveis, sendo o nível 1 mais complicado e o nível 4 mais acessível. O nível de complexidade dos projectos é definido por 3 itens: tipo do desenvolvimento, a duração do projecto e o seu investimento.

**Tabela 7** – Quadros referentes à classificação dos níveis

#### Tipo de Desenvolvimento

Código	Descrição
N – Novo	Criação de produto nova
A – Alteração	Alteração de um produto que já existe passando a definitivo e o original deixar de existir
V – Variante	Criar produto novo com base num produto que já existe e manter a peça original
E – Embalagem	*
I - Industrialização	**

#### Duração

Código	Descrição
A	Mais de 185 dias
B	De 61 dias a 186 dias
C	30 até 60 dias
D	Até 30 dias

#### Investimento no Desenvolvimento

Código	Descrição
A	Mais de 100.000€
B	De 20.000€ a 100.000€
C	De 600€ a 20.000€
D	Até 600€

A definição do nível de complexidade do projecto apresenta-se na tabela 7.

**Tabela 8** – Definição do nível de complexidade dos Projectos

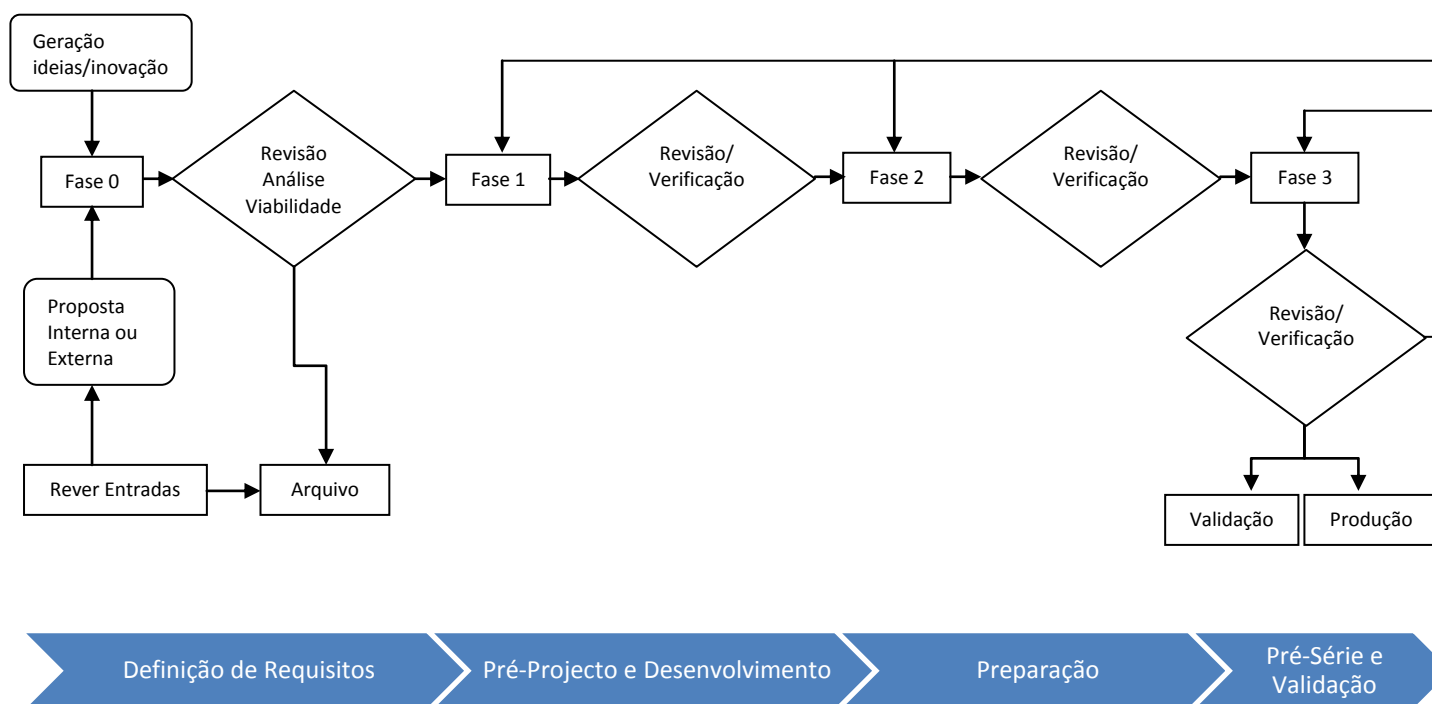
Grau de Importância		Combinações								Nível
100%	NAA	NAB	NBA							1
80%	AAA	NBB								1
60%	ABB	AAB	NAC	NBC						2
40%	VAB	VBB	VCB	AAC						2
20%	VBC	VCC	VBD	NCC	ACC	VAC	ABC	ADC	VDC	3
0%	ACD	ADD	VCD	VDD						4
0%	NCA	NCB	ABA	VAA	ACB	ACA		VBA	VCA	Impossível ocorrer
(*) ECC - Caixas de cartão, Cores do produto, Etiquetas, Instruções de montagem, peças de substituição ou outros projectos que, pela sua simplicidade, sejam considerados de nível 4 pelo supervisor de projectos VDD e ADD										Nível 4 - tratamento como pedido de cliente - não tem Fases
(**) IAB; IBB - Projectos específicos com embalagem e com industrialização considerados de dificuldade elevada (Ex: mudanças de embalagens que originem grandes investimentos)										2

Os projectos, dependendo do seu nível, poderão passar por quatro fases:

- Fase 0 – Definição de requisitos e tomada de decisão;
- Fase 1 – Desenvolvimento e Pré-projecto;
- Fase 2 – Preparação para a industrialização;
- Fase 3 – Pré-série e validação do projecto.



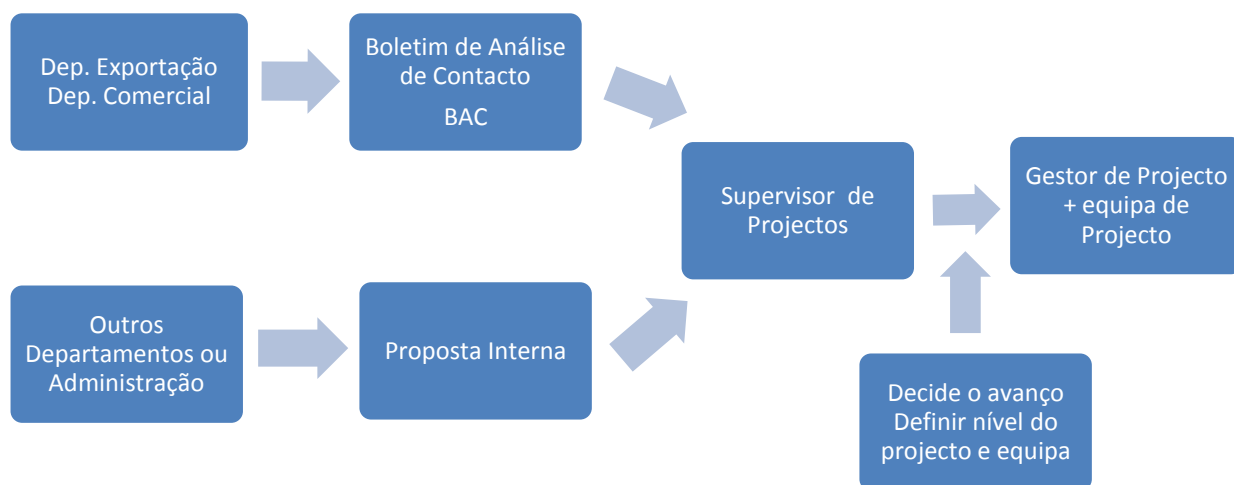
Os projectos de nível 1 e 2 passam por todas as fases, embora se possam omitir algumas tarefas nos projectos de nível 2. Os projectos de nível 3 e 4 que não têm componentes novas não possuem fase 3, pois não existe pré-série.



**Figura 24** – Procedimento de desenvolvimento de Produtos

Fonte: Oliveira & Irmão, S.A..

### 3.8.3.1 Fase 0 – Definição de requisitos e tomada de decisão



**Figura 25** – Esquema para a tomada de decisão de avanço da fase 0

Fonte: Oliveira & Irmão, S.A..

A partir de uma proposta (interna, externa ou geração de ideias/ inovação) são definidas as especificações e é tomada a decisão de avançar com o projecto. A pesquisa realizada desta fase vai dar origem às entradas para a Fase 1 e para o planeamento do projecto.

O Avaliador de Projectos, nesta fase, define o nível de complexidade e qual vai ser o tipo de gestão a seguir.

O Avaliador de Projectos, depois de analisar a viabilidade e o nível do projecto, nomeia um Gestor de Projecto e uma equipa de projecto que será responsável pelo acompanhamento do projecto do início ao fim.

Quando se verifica que o projecto não é viável, o projecto é arquivado.

Na fase 0 definem-se as especificações do produto que devem ser cumpridas. É necessário preencher um documento com os seguintes campos:

**Designação**: Nome do Projecto;

**Proj nº**: Colocar o número do Projecto (ou BAC);

**Proposta**: Identificar o tipo de proposta e o cliente;

**Objectivo**: Identificar a razão para a abertura do projecto;

**Necessidades do Cliente**: Pedido do cliente;

**Mercado**: Mercado-alvo para o produto;

**Normas**: Quais as normas que o produto tem que cumprir;

**Custo Objectivo**: Define-se o custo objectivo a partir do preço de venda objectivo retirando a margem de lucro pretendida;

**Prazos**: Define-se o prazo objectivo para o projecto;

**Requisitos do produto**: Requisitos que o produto tem de alcançar e que cumprem as necessidades do cliente, requisitos do mercado e requisitos normativos;

**Design**: especificar caso o cliente indique que tipos de design pretende ou se ele próprio apresentar o seu design;

**Cor**: Cor do produto ou possíveis cores quando especificado pelo cliente;

**Ergonómicas:** Especificações a nível de processos de trabalho (Novas tecnologias informatizadas, peso das embalagens, disposição das caixas na palete, concepção de um posto de trabalho).

**Tipo de embalagem, etiquetas e paletização:** Indicar especificações do cliente;

**Transporte:** Tipo de transporte (camião, contentor). Esta informação é importante para a definição da embalagem e paletização e para estimar os custos de transporte e o tempo de transporte entre a OLI e o cliente.

**Observações:** Indicar todos os campos que não se enquadrem nos itens anteriores.

### 3.8.3.2 Fase 1 – Desenvolvimento e Pré-projecto

Nesta fase é desenvolvido o projecto, de acordo com as especificações do mercado, necessidades e requisitos do cliente.

O Gestor de Projecto estabelece o plano de desenvolvimento com a definição de prazos para a realização de cada tarefa. Depois de elaborado este plano tem que ser validado pela equipa de projecto e passa a ser um Plano Base que servirá de comparação com a evolução ao longo do projecto. Este plano será actualizado pelo gestor de projectos sempre que for necessário.

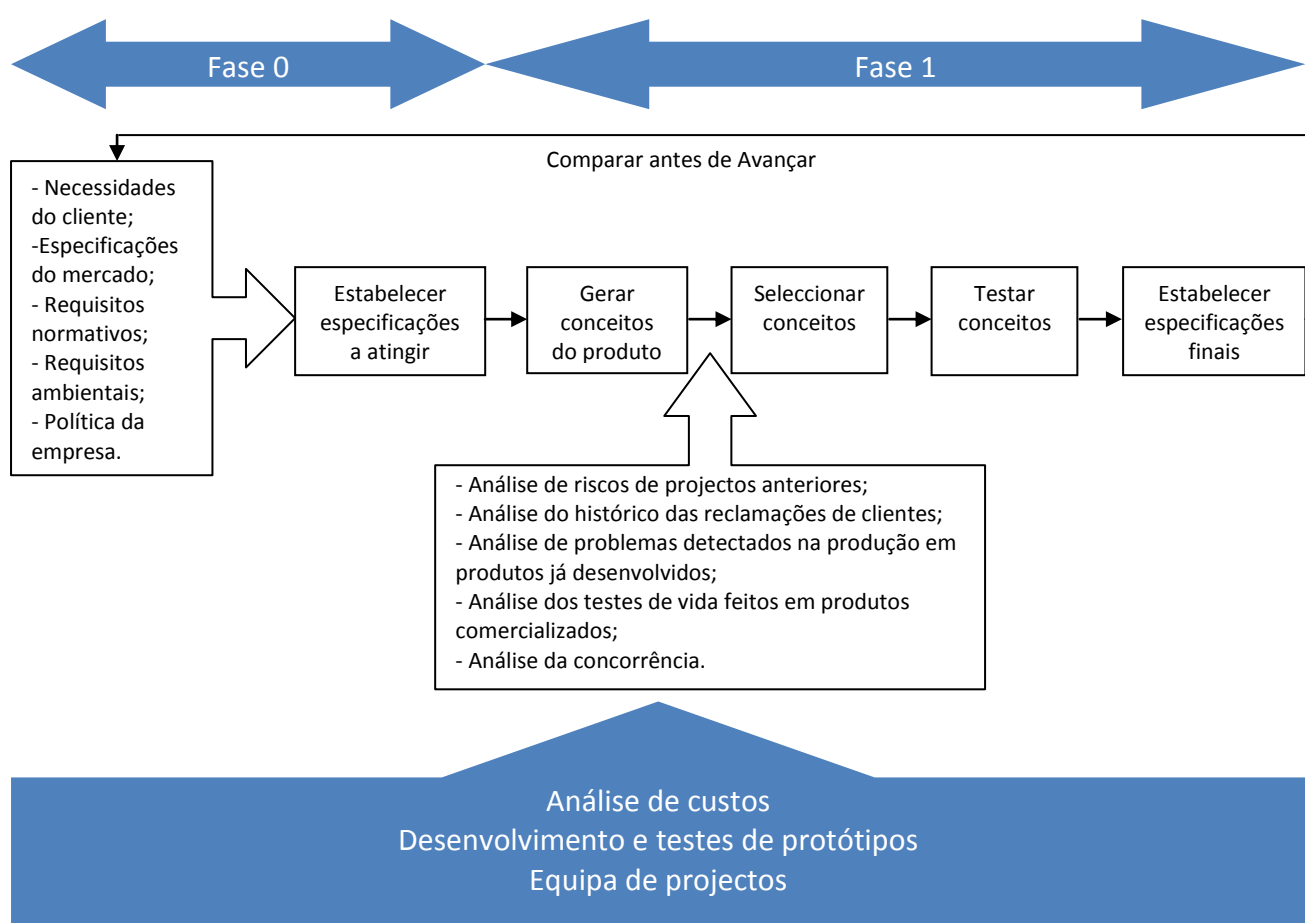
É reunida a equipa de projecto definida na fase 0 e são apresentados os requisitos do produto, mercado, prazos, custo objecto e toda a informação importante para o projecto. A equipa deve fazer uma análise de riscos baseada no histórico para antecipar problemas que já existiram em produtos similares e devem-se gerar soluções para os requisitos do produto. Sempre que for necessário devem-se analisar produtos da concorrência identificando pontos fortes e pontos fracos.

Fazem-se os testes dos conceitos a partir de simulações, protótipos ou outros métodos de selecção. Esta fase é de extrema importância visto que uma boa geração e selecção de conceitos afecta o sucesso do projecto.

São definidos os moldes, as máquinas de injeção, as peças e as zonas críticas pela equipa de projecto e por outros colaboradores da empresa.

Nesta fase pedem-se os orçamentos que possam influenciar o cálculo do custo previsto do produto. Permite-nos comparar com o custo objectivo calculado na fase 0. Fazem-se os desenhos provisórios.

Quando todos os itens estiverem aprovados segue-se para a fase 2 (Figura 26). A decisão de avanço do projecto é feita por toda a equipa de projecto e pelo responsável do departamento de Concepção.



**Figura 26** – Processo de Geração e selecção de conceitos

Fonte: Oliveira & Irmão, S.A..

### 3.8.3.3 Fase 2 - Preparação para a industrialização

Após a definição do produto, segue-se a definição das actividades dos processos intervenientes. Nesta fase faz-se a encomenda de adquiridos, máquinas e

equipamentos, a produção de moldes e a elaboração de toda a documentação necessária.

### **Processo de Aprovisionamento**

É necessário elaborar as Fichas de Aprovisionamento para os componentes de compra necessários, com base na lista de componentes, para que seja desencadeado todo o processo de compra.

### **Processo de Injecção**

É necessário definir as máquinas de injeção/extrusão, os moldes e os números de cavidades. Caso necessário, fazem-se encomendas dos moldes novos e das máquinas novas.

### **Meios Produtivos**

É decidido em que linha se vai incorporar a produção. Em termos de montagem é necessário elaborar gamas de fabrico, orçamentos e encomendas de dispositivos de montagem e instruções de manufactura. Estes documentos podem ser provisórios visto que há pormenores que terão que ser verificados na pré-série ou mesmo na produção.

São cedidos ao departamento de Engenharia Industrial todos os meios necessários (desenhos, protótipos, dados) para a preparação da pré-série e/ou produção na linha de montagem definida.

### **Controlo da Qualidade**

São elaborados os planos de controlo, instruções e impressos necessários ao controlo da qualidade, conforme os requisitos. Estes documentos poderão ser provisórios, pois poderão haver alterações durante a pré-série ou produção.

Após o ensaio dos moldes e com as amostras dos componentes comprados, é feito o ensaio do primeiro conjunto com peças definitivas pelo responsável do desenvolvimento do projecto. Se for necessário são decididas as alterações aos moldes ou aos componentes de compra. Se existirem alterações são realizados novos ensaios até se chegar à aprovação do produto segundo a listagem de requisitos.

Caso seja um requisito do cliente e/ou do produto faz-se o pedido de Homologação às Entidades Certificadoras. Caso seja solicitado pelo cliente enviam-se amostras do produto com peças definitivas para a sua aprovação.

É decidido se é necessário colocar o produto em testes de vida para se tirar conclusões à sua durabilidade e funcionamento em condições normais de utilização. Se necessário fazem-se estudos da embalagem, *troubleshootings*, listagem de peças de substituição e Fichas de Produto.

Quando os vários processos (aprovisionamentos, injeção, meios de produção e qualidade) estiverem aprovados pode-se avançar para a pré-série.

A revisão é realizada aquando da apresentação do projecto como produto definitivo. A equipa de projecto é responsável em avançar com o projecto ou alterá-lo antes de avançar.

#### 3.8.3.4 Fase 3 - Pré-série e validação do projecto

Nesta fase é elaborada a pré-série para a validação do projecto, que pode coincidir com a primeira encomenda. Durante a execução da pré-série são verificadas as ferramentas e os métodos de produção, o controlo e a conformidade da documentação aplicável.

É realizada a 3ª revisão do projecto, no local de produção. Esta revisão é realizada por um grupo de trabalho constituído pelos representantes dos processos que seensem necessários, esses são responsáveis por analisar os problemas e aprovar ou não esse acordo.

Poderá não ser realizada a validação da industrialização, que é definida por todos os intervenientes dos processos. A validação parcial da industrialização, poderá permitir a produção do produto. Até ser decidido que o produto está em condições de produzir, poderão existir várias pré-séries.

A validação do projecto só poderá ser realizada quando a validação da industrialização estiver totalmente concluída e estiver assegurado que o produto/processo resultante é capaz de satisfazer as especificações definidas na listagem de requisitos.

A equipa de projecto é responsável pela validação do projecto.

Após a validação é realizada a avaliação do projecto, que é como uma melhoria do processo total do projecto. Faz-se uma avaliação dos custos aplicados, prazos obtidos, problemas, entre outros, tendo sempre como objectivo a melhoria contínua dos produtos e processos de desenvolvimento.





## 4 Metodologia adoptada

O caso de estudo proposto refere-se à construção de uma análise de riscos para um produto da empresa de acordo com o que já foi exposto, tendo como principal objectivo detectar as falhas no produto antes deste ser produzido e comercializado.

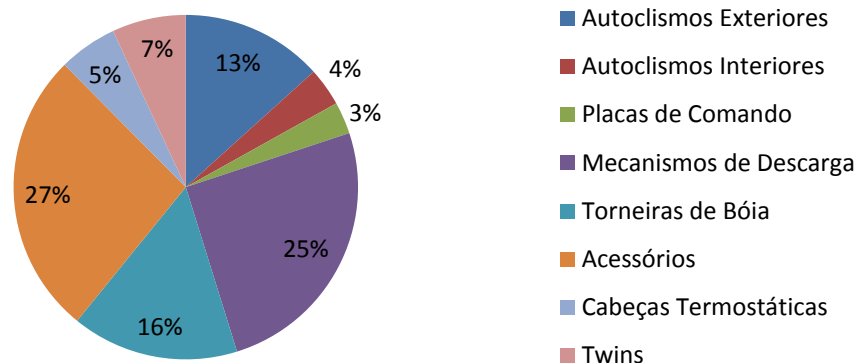
Para a sua construção foi necessário analisar o problema e todos os dados disponíveis para o preenchimento do quadro FMEA e atingir os objectivos propostos.

### 4.1 Identificação do produto objecto de estudo

Na Oliveira & Irmão, S.A. existem oito tipos de produtos: autoclismos exteriores, autoclismos interiores, placas de comando, mecanismos de descarga, torneira de bóia, acessórios, cabeças termostáticas e twins. Por sua vez, em cada tipo de produto existem vários códigos diferentes.

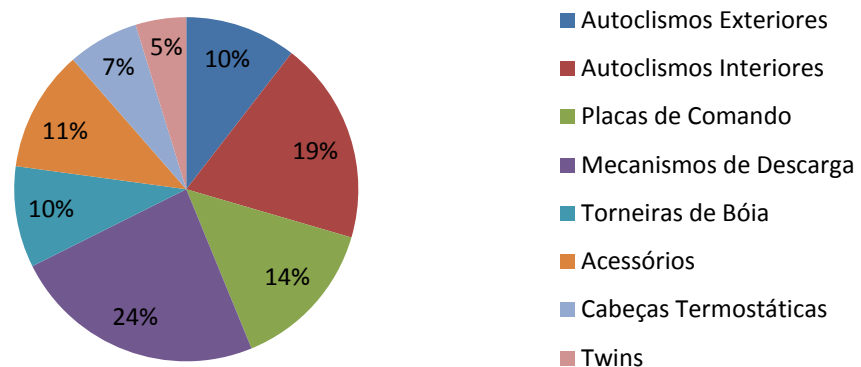
Inicialmente foi elaborada uma análise para escolher qual o tipo de produto a estudar. A figura 26 mostra os oito tipos de produto e a sua quantidade produzida no ano de 2009, enquanto que a figura 27 apresenta as reclamações de cada tipo de produto no ano de 2009. Constata-se que os acessórios e os mecanismos de descarga destacam-se claramente dos restantes produtos em termos de quantidade produzida, 27% e 25% respectivamente. No que respeita à maior percentagem de reclamações, ela recai sobre os mecanismos de descarga (24%), fruto também de se tratar de um dos produtos com maior volume de vendas.

### Quantidade Produzida



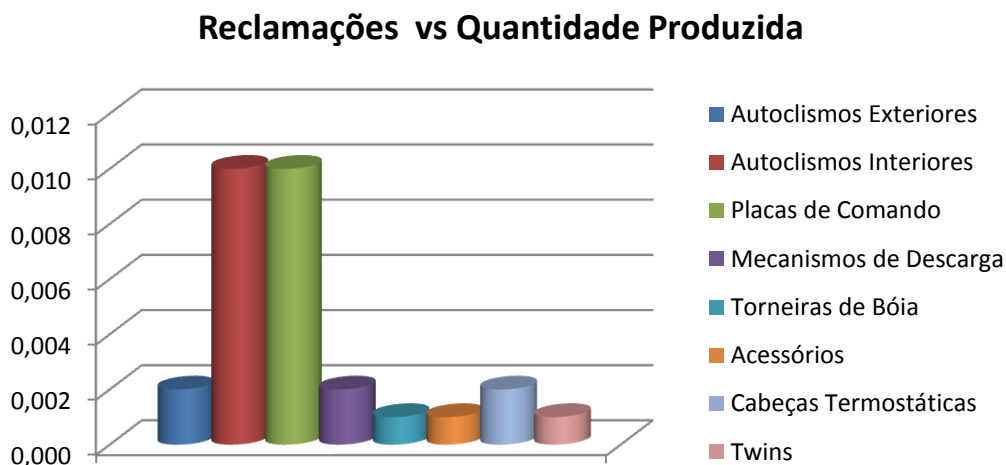
**Figura 27** – Quantidade produzida de cada tipo de produto no ano 2009

### Número de Reclamações



**Figura 28** – Número de reclamações de cada tipo de produto no ano 2009

A figura 28 indica a relação entre as reclamações do ano de 2009 e a sua quantidade produzida.



**Figura 29** – Reclamações vs quantidade produzida

Pode-se reparar em dois grandes tipos de produto que tiveram mais reclamações/produção. Os dois tipos de produto são os autoclismos interiores e as placas de comando. Ao analisar as reclamações dos autoclismos interiores, depreendem-se que são várias as componentes que motivam a reclamação em si, conforme a figura 29, como a estrutura metálica, o mecanismo de descarga, a torneira de bóia ou os seus acessórios. Neste âmbito, decidiu-se aplicar o método FMEA nas placas de comando.

## 4.2 Definição de variáveis

A utilização de FMEA é registada num quadro padrão que reúne os possíveis modos de falha associados com as causas, efeitos, acções correctivas.

Em seguida, realizaram-se algumas adaptações no quadro da FMEA para a sua utilização neste caso, conforme apresentado na tabela 9.

**Tabela 9 – Quadro do FMEA**

Descrição	Potencial Falha	Consequência da Potencial Falha	Severidade	Causa da Potencial Falha	Ocorrência	Acção de Controlo	Detecção	RPN	Acção Preventiva	Responsáveis	Resultados			
											Acção Executada	Severidade	Ocorrência	Detecção

As colunas do quadro do FMEA são preenchidas da seguinte forma:

- 1. Descrição:** Descrição da função que poderá vir a falhar.
- 2. Potencial Falha:** Maneira pela qual um processo poderá vir a falhar em relação aos requisitos do processo ou objectivo do serviço.
- 3. Consequência da Potencial Falha:** Efeitos do tipo de falha sobre os clientes, descritos em termos do que o cliente poderá observar.
- 4. Severidade:** Importância do efeito sobre os requisitos do cliente. Também pode estar ligado à segurança ou outros riscos caso a falha ocorra.
- 5. Causa da Potencial Falha:** Maneira como a falha pode ocorrer, descrita em termos de algo que possa ser corrigido ou controlado.
- 6. Ocorrência:** Frequência com que uma dada causa ocorre e gera um modo de falha.
- 7. Acção de Controlo:** Acções de controlo que são efectuadas para detectarem o tipo de falha que viria a ocorrer.
- 8. Detecção:** Capacidade do sistema detectar as causas antes da falha ocorrer, ou de detectar a falha antes de chegar ao cliente.
- 9. Número de Prioridade de Risco (RPN):** Este valor deve ser usado para estabelecer as prioridades no processo. Este índice é calculado pelo produto da Severidade, Ocorrência e Detecção. Quando a classificação da Severidade é alta, deve dar-se prioridade a essa falha independentemente do valor do RPN.
- 10. Acção Preventiva:** Acções que devem ser aplicadas para minimizar ou eliminar eventuais falhas.

**11. Responsáveis:** Deve ser definido quem será o responsável pela implementação das acções preventivas.

**12. Acção Executada:** Descrição da acção implementada e a data da sua realização.

**13. RPN Resultante:** Depois de definida a acção correctiva, devem-se estimar os novos índices e calcular o RPN. Caso o novo RPN não atinja o valor abaixo do valor máximo definido, deve-se tomar outras acções correctivas.

Para realizar um análise de riscos utilizando a FMEA, foi necessário adaptar os índices de severidade, ocorrência e detecção. Nas tabelas 10, 11 e 12 estão enumerados os índices adotados.

**Tabela 10** – Parâmetro de avaliação do critério severidade

Severidade		Classificação
Muito Alta	Sistema deixa de funcionar, grande descontentamento do cliente e afecta a segurança.	5
Alta	Sistema deixa de funcionar e grande descontentamento do cliente.	4
Moderada	Deterioração significativa no desempenho e descontentamento do cliente.	3
Baixa	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente	2
Remota	O cliente mal percebe que a falha ocorre.	1

**Tabela 11** – Parâmetro de avaliação do critério ocorrência

Ocorrência		Classificação
Muito Alta	Ocorrência persistente de falhas.	5
Alta	Ocorrência frequente de falhas.	4
Moderada	Ocorrência ocasional de falhas.	3
Baixa	Ocorrência relativa de poucas falhas.	2
Remota	Ocorrência de falha é improvável.	1

**Tabela 12** – Parâmetro de avaliação do critério detecção

Detecção		Classificação
Muito Alta	Certamente não será detectado.	5
Alta	Provavelmente não será detectado.	4
Moderada	Provavelmente será detectado.	3
Baixa	Grande probabilidade de ser detectado.	2
Remota	Certamente que vai ser detectado.	1

### 4.3 Aplicação da FMEA

No intuito de identificar e avaliar as causas potenciais das falhas associadas ao decorrer do estudo das placas de comando, preencheu-se o quadro da FMEA (Anexo I). Ao analisar o quadro pode-se detectar onde as falhas podem ocorrer com mais intensidade, e a gravidade que essas falhas implicam. A equipa responsável decidiu utilizar como referência para analisar os RPNs mais críticos entre o grupo os que têm valor de 27 (3x3x3) a 125 (5x5x5).

Na primeira análise detectaram-se nove tipos de falhas que têm o RPN superior a 27.

- Falha 1

Descrição: Aparecimento de peças com empenos.

Consequência DNP: Não.

Ação executada: Fazer molde-protótipo para verificar se tem empenos, dar especial atenção ao botão de descarga total.

RPN = 48

- Falha 2

Descrição: Aparecimento de raios nas peças, que fará com que as peças se partam.

Consequência DNP: Sim.

Acção executada: Quando o projectista desenhar a placa, é necessário prever os raios na placa fiquem em zonas mais reforçadas e que fiquem fora do campo visual.

RPN = 80

- Falha 3

Descrição: Problema com a cromagem, as cotas das peças com a cromagem não respeitam as cotas definidas.

Consequência DNP: Sim.

Acção executada: Redefinir as cotas de cromagem.

RPN = 36

- Falha 4

Descrição: Contraplaca frágil na zona dos eixos.

Consequência DNP: Sim.

Acção executada: Fazer desenho da contraplaca de forma a reforçar as zonas mais frágeis.

RPN = 64

- Falha 5

Descrição: A força de accionamento dos botões não pode ser superior a 20N pois não é aprovada pela norma.

Consequência DNP: Sim.

Acção executada: Fazer desenho da placa e dos botões de modo a verificar a a força de accionamento. Quando tivermos protótipo elaborado, testamo-lo.

RPN = 48

- Falha 6

Descrição: Peças cromadas descascam, o que dá um mau aspecto.

Consequência DNP: Sim.

Acção executada: Fazer estudo com fornecedores de cromagem, pedir amostras, auditar os fornecedores e definir espessura.

RPN = 45

- Falha 7

Descrição: Molas de encaixe partidas.

Consequência DNP: Não.

Acção executada: Verificou-se que não era um problema de desenvolvimento de novos produtos. Mudou-se de fornecedor por não garantir a qualidade das moldas.

RPN = 32

- Falha 8

Descrição: Gravações dos logótipos ao contrário na placa de comando.

Consequência DNP: Não.

Acção executada: Fazer o suporte de forma que só se possa montar na posição correcta para gravar.

RPN = 48

- Falha 9

Descrição: O tratamento dos cromados deixa as marcas das mãos, o que dá uma mau aspecto na placa de comando.

Consequência DNP: Não.

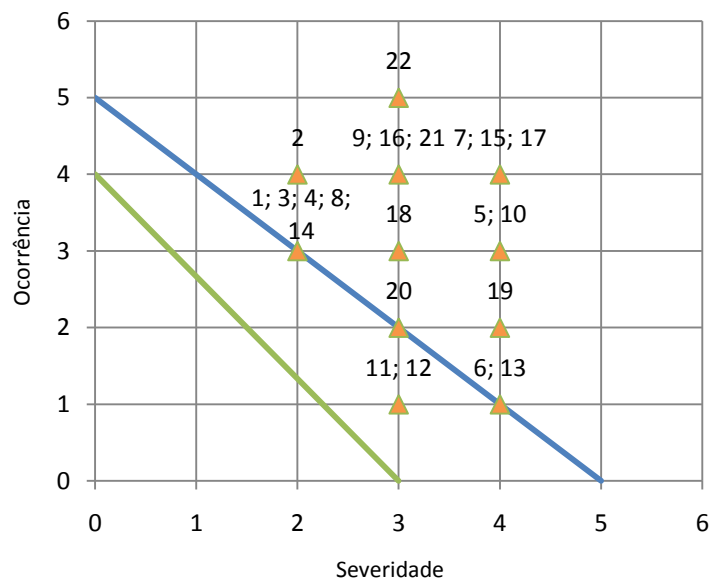
Acção executada: Pedir amostras a vários fornecedores para testar se se notam as marcas das mãos. Falha por resolver.

RPN = 45

Como foi explicado no enquadramento teórico, deve-se ter em conta o índice da severidade, mesmo que o NPR seja baixo. Para isso elaborou-se o seguinte quadro



com as fronteiras de prioridade e indicou-se os riscos do quadro FMEA numerados para uma melhor compreensão.



**Figura 30** – Determinação das prioridades das falhas I

Após o preenchimento do gráfico anterior verificou-se que existia três tipos de falhas não contempladas na lista anterior, devido ao RPN ser inferior a 27. As falhas detectadas foram as seguintes:

- Falha 10

Descrição: Riscos relacionados com a logística, as placas de comando virem riscadas do fornecedor.

Consequência DNP: Sim.

Acção executada: Rever a embalagem das placas e botões que vão para cromar.

Severidade = 2          Ocorrência = 4

- Falha 11

Descrição: Manchas relacionadas com a cromagem.

Consequência DNP: Não.

Acção executada: Definir fornecedor que garanta que a cromagem não tem manchas. Falha por resolver.

Severidade = 3      Ocorrência = 4

▪ Falha 12

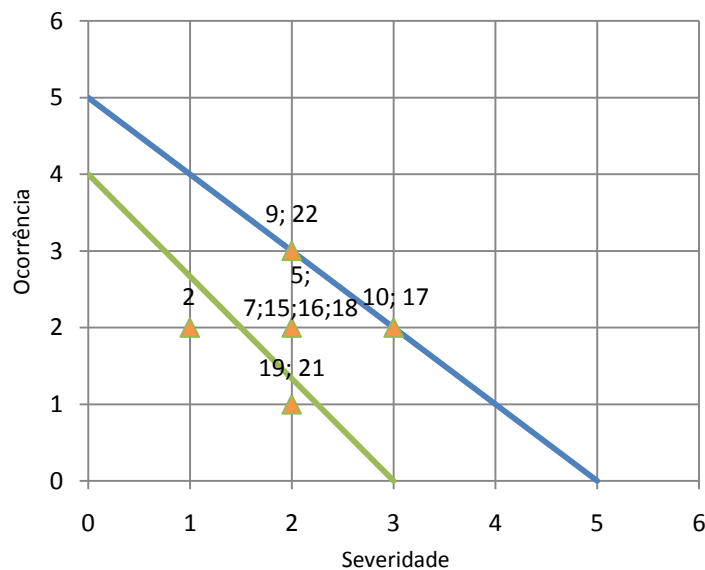
Descrição: Defeitos na Injecção, as peças ficam com mau aspecto.

Consequência DNP: Sim.

Ação executada: Prever o uso de várias matérias-primas no molde quando for elaborado.

Severidade = 3      Ocorrência = 4

Depois de executadas as acções preventivas voltou-se a calcular o novo RPN com os novos índices. Visto que os novos RPN são inferiores a 27, repetiu-se o preenchimento do gráfico para termos em conta a severidade.



**Figura 31** – Determinação das prioridades das falhas II

Como se pode verificar, todas as falhas onde foram executadas as acções recomendadas ficaram abaixo da linha da alta prioridade.

Como não existe falhas com o índice de risco elevado nem com a correlação entre a severidade e a ocorrência acima da linha da alta prioridade, não é necessário volta a preencher o quadro da FMEA.

Cada risco estimado deve ser sistematicamente avaliado. Quando o risco é aceitável ( $RPN < 27$ ), não é necessário iniciar um processo de redução do risco. Nos casos em que o risco está acima do aceitável, mas que é possível a convivência com o mesmo devido a benefícios associados e à inviabilidade de reduzi-lo, pode-se considerá-lo como risco admissível.



## 5 Conclusão

Actualmente, a gestão de riscos tornou-se essencial para o sucesso na gestão de projectos. Uma análise de riscos não eficaz pode levar a atrasos do projecto, falhas e por vezes até ao seu cancelamento. É nesse âmbito que o presente trabalho apresenta uma análise da FMEA no processo de decisão em desenvolvimento de produtos de uma empresa de autoclismos e seus componentes.

Depois de identificado o produto em estudo e de acordo com a literatura relacionada com este tema, aplicou-se o método de análise de modo e efeito de falha potencial (FMEA). A empresa Oliveira & Irmão, S.A. foi escolhida para basear e fundamentar o meu estudo, uma vez que conheço o seu funcionamento e resolvi acompanhar o estudo de um caso real – as placas de comando. A gestão e a busca de informação foram importantes neste trabalho, dado que possibilitaram uma visão de conjunto de todo o projecto.

Como considerações finais, o presente trabalho tinha como objectivo a aplicação da FMEA a um produto, para a análise de falhas que possam vir a ocorrer. Após a sua análise e interpretação, considero que os objectivos delineados foram atingidos, no sentido de demonstrar a viabilidade do uso da técnica FMEA, na determinação de acções preventivas para a maximização dos factores de desenvolvimento das placas de comando. No presente trabalho foi detectada duas situações diferentes, a primeira pelo grau de risco onde se detectaram nove modos de falha e a segunda pelo grau de severidade com três modos de falha. Dos doze modos de falha, sete têm consequências no desenvolvimento de novos produtos. Dos modos de falha detectados ficaram por resolver os relacionados com as peças cromadas, pois como a empresa subcontrata esse serviço não consegue controlar.

Conseguiu-se provar para as falhas detectadas que as acções recomendadas foram em parte assertivas, dado que o risco foi catalogado como admissível ou aceitável. Por outro lado, as falhas ficaram abaixo do nível de alta prioridade, logo não foi necessário voltar ao preenchimento de novo quadro FMEA.

O não preenchimento de novo quadro FMEA caracteriza-se como um aspecto positivo neste trabalho, porque esta actividade repetitiva de detecção de falhas obriga a uma gestão de tempo e como refere Fernandes e Rebelato (2006) acarreta trabalho adicional e exaustivo.

Em síntese e tendo em conta o estudo realizado, considera-se a FMEA uma importante técnica para definir, identificar e eliminar falhas conhecidas ou potenciais, de sistemas, projectos, produtos e processos antes que estas cheguem ao cliente.

Ao longo deste estudo abriu-se uma alternativa para a continuidade da pesquisa e, então, como proposta de trabalho futuro, pode-se criar uma FMEA para cada tipo de produto. Essa FMEA pode ser utilizada como base para a análise de riscos de cada produto, contendo já o histórico das falhas que habitualmente ocorrem. A FMEA é um estudo importante para o desenvolvimento de novos produtos na medida em que elimina ou atenua possíveis falhas para o produto final, assim como influencia positivamente o processo de tomada de decisão. Deste modo, a criação de uma base de dados pelo tipo de produto, que contenha as potenciais falhas, as reclamações, entre outros parâmetros, facilitaria sem dúvida o preenchimento da FMEA. Como potencial para trabalho futuro, poder-se-á estudar a estatística associada ao processo de decisão no desenvolvimento de novos produtos, ou seja, os métodos estatísticos aplicados a diversas variáveis de uma provável optimização do processo de decisão no que respeita o desenvolvimento de novos produtos.

## 6 Bibliografia

Aguiar, D. C. e Salomon, V. A. P. (2006) *Avaliação da Prevenção de Falhas em Processos Utilizando Métodos de Tomada de Decisão*, UNESP – Guaratinguetá.

Batista, E. O (2004) *Sistemas de informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento*, São Paulo: Saraiva.

Boer, F. P. (1999), *The Valuation of Technology – Business and Financial Issues in R&D*, New York, John Wiley & Sons, Inc.

Carbone, T.A. e Tippet, D.D. (2004) “Project risk management using the Project risk FMEA”, *Engineering Management Journal*, vol.16, nº 4, pp. 28-35.

Clark, K. B. e Fujimoto, T. (1991) *Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry*, Boston, MA: Harvard Business Press.

Cooper, R. (2001) *Winning at New Products Accelerating the Process from Idea to Launch*, Third Edition.

Cooper, R. G., Edgett, S. J. e Kleinschmidt, E. J. (1998) *Portfolio management for news products*, New York: Perseus Books.

Davenport, T. H. (2002) *Ecologia da informação*. São Paulo: Futura.

Diedericks, E. M. A. e Hoonhout, H. C. M. (2007), “Radical Innovation and End-user Involvement: The Ambilight Case”, *Know Techn Pol*, vol. 20, pp 31-38.

Fernandes, J. M. R. e Rebelato, M. G. (2006) “Proposta de um método para integração entre QFD e FMEA”, *Gestão & Produção*, vol. 13, nº 2, pp 245-259.

GARCIA, M. D. (2000) *Uso integrado das técnicas de HACCP, CEP e FMEA*. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande Do Sul – Escola de Engenharia, Porto Alegre, RS.

Gilchrist, W. (1993) “Modeling failure modes and effects analysis” *International Journal of Quality & Reliability Management*, vol. 10, nº 5, pp. 16-24.

Griffin, A. e Page, A. (1996) “PDMA Success Measurement Project: Recommended Measures for Product Development Success and Failure”, *Journal of Product Innovation Management*, vol. 13, pp. 478-496.

Jeong, I., Pae, J. H. e Zhou, D. (2006), “Antecedents and Consequences of the Strategic Orientations in New Products Development: The Case of Chinese Manufacturers”, *Industrial Marketing Management*, 35: 348-358.

Kerzner, H (2002) *Gestão de Projectos: as melhores práticas*, Porto Alegre: Bookman.

Koberg, C. S., Detienne, D. R. e Heppard, K. A. (2003), “An Empirical Test of Environmental, Organizational and Process Factors Affecting Radical Innovation”, *Journal of High Technology Management Research*, vol. 14, pp 21-45.



Ledwith, A., Richardson, I. e Sheahan, A. (2006), "Small Firm-Large Firm Experiences in Managing NPD Projects", *Journal of Small Business and Enterprise Development*, vol. 13, nº 3, pp 425-440.

Maddox, M.E. (2005) "Error apparent", *Industrial Engineer*, vol.37, nº 5, pp. 40-44.

March-Chorda, I., Gunasekaran, A., Lloria-Aramburo, B. (2002), "Product Development Process in Spanish SMEs: An Empirical Research", *Technovation*, vol. 22, nº 5, pp 301-312.

Maximiano, A. C. A. (1997) *Administração de projetos: transformando idéias em resultados*. São Paulo: Atlas.

Miguel, P. A. C. e Segismundo, A. (2008) "O papel do FMEA no processo de tomada de decisão em desenvolvimento de novos produtos: Estudo em uma Empresa Automotiva", *Gestão & Produção*, vol. 9, nº 2, pp 106-119.

Monteiro, N.A. e Falserella, O. M. (2007) "Um modelo de gestão da informação para aprendizagem organizacional em projectos empresariais", *Perspectivas em Ciências da Informação*, vol. 12, nº 2, pp 81-97.

Montoya-Weiss, M. M., Calantone, R. J. (1994), "Determinants of New Products Performance: A Review and Meta-analysis", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 11, pp 397-417.

Moreira, A. C. (2005), "O Problema da Co-especialização no Desenvolvimento Colaborativo de Novos Produtos", *Produção*, vol. 15, nº 1, pp 23-33.

Oliveira, U. R., Paiva, E. J., Almeida, D. A. (2010) “Metodologia integrada para mapeamento de falhas: uma proposta de utilização conjunta do mapeamento de processos com as técnicas FTA, FMEA e a análise crítica de especialistas”, *Produção*, vol. 20, nº 1, pp. 77-91.

Palady, P. (1997) *FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos. Prevendo e prevenindo problemas antes que ocorra*, São Paulo: IMAN.

Puente, J., Pino, R., Priore, P. e Fuente, D. (2002) “A decision support system for applying failure mode and effects analysis”, *The International Journal of Quality & Reliability Management*, vol.19, pp. 137-150.

Rosa, L.C. e Garrafa, M. (2009) “Análise dos modos de falha e efeitos na otimização dos fatores de produção no cultivo agrícola: subprocesso colheita da canola”, *Gestão & Produção*, vol. 16, nº 1, pp 63-73.

Rotondaro, R. G. (2002) “SFMEA: Análise do Efeito e Modo da Falha em Serviços – aplicando técnicas de prevenção na melhoria de serviços”, *Produção*, vol. 12, nº 2.

Salomo, S., Gemunden, H. G. e Leifer, R. (2007), “Research on Corporate Radical Innovation Systems – A Dynamic Capabilities Perspective: An introduction”, *Journal of Engineering and Technology Management*, vol. 24, pp 1-10.

Sarin, S. e Mohr, J. J. (2008), “An Introduction to the Special Issue on Marketing of High-Technology Products, Services and Innovations”, *Industrial Marketing Management*, vol. 37, pp 626-628.

Santos, R. N. M e Beraquet, V. S. M. (2001) “Informação estratégica e empresa: discurso à prova dos fatos”, *DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação*, vol. 2, nº 3.

Silva, J. F., Ferreira, M. A. T. e Borges, M. E. N. (2002) “Análise metodológica dos estudos de necessidades de informação sobre setores industriais brasileiros: proposições”, *Ciência da Informação*, vol. 31, nº 2, pp129-141.

Slack, N., Chambers, S.e Johnston, R. (2002) *Administração da produção*, 2ª edição, São Paulo: Atlas.

Song, X. M., Montoya-Weiss, M. M. e Schmidt, J. B. (1997), “Antecedents and Consequences of Cross-functional Cooperation: A Comparison of R&D, Manufacturing, and Marketing Perspectives”, *Journal of Product Innovation Management*, vol. 14, pp 35-47.

Stamatis, D.H. (1995) *Failure Mode and Effect Analysis, FMEA from Theory to Execution*, ASQC Quality Press, Milwaukee, Wisconsin, USA, First Edition.

Tay, K. M. e Lim, C. P. (2006) “Fuzzy FMEA with a guided rules reduction system for prioritization of failures” *Intenational Journal of Quality e Reability Management*, vol. 23, nº 8, pp. 1047-1066.

Tedaldi, M. (1997), “ISO 9000 in Product Design and Team Structure of New Product Development”, *Electronics Industries Forum of New England – Professional Program Proceedings*, pp 253-256.

Toledo, J. C., Silva, S. L., Alliprandini, D. H., Martins, M. F. e Ferrari, F. M. (2008) “Prática de gestão no desenvolvimento de produtos em empresas de autopeças”, *Produção*, vol. 18, nº 2, pp. 405-422.

Trammell, S.R., Lorenzo, D.K. e Davis, B.J. (2004) “Integrated hazard analysis: Using the strengths of multiple methods to maximize the effectiveness”, *Professional Safety*, vol. 49, nº 5, pp. 29-37.

Ulrich, K. T., Eppinger, S. D. (2004), *Product Design and Development*, New York: McGraw-Hill.

Urban, G.L. e Hauser, J.R. (1993) *Design and Marketing of New Products*, New Jersey: Prentice Hall.

Welborn, C. (2007) “Using FMEA to assess outsourcing risk”, *Quality Progress*, vol. 40, nº 8, pp. 17-21.

Zambrano, T. F. e Martins, M. F. (2007) “Utilização do método FMEA para avaliação do risco ambiental”, *Gestão & Produção*, vol. 14, nº 2, pp 295-309.

Procedimento de Concepção e Industrialização da Oliveira & Irmão, S.A.

## Sites consultados

<http://www.apogep.pt> – Associação Portuguesa de Gestão de Projectos, consultado em Setembro de 2010.

[www.oli.pt](http://www.oli.pt) – Oliveira & Irmão, S.A., consultado em Maio de 2010.

[http://www.administradores.com.br/home/luis\\_adm\\_rh/blog/inovacao\\_e\\_desenvolvimento\\_de\\_novos\\_produtos/2368/](http://www.administradores.com.br/home/luis_adm_rh/blog/inovacao_e_desenvolvimento_de_novos_produtos/2368/), consultado em Dezembro de 2009.

[http://prof.santana-e-silva.pt/gestao\\_de\\_empresas/trabalhos\\_06\\_07/ppt/O%20Ciclo%20de%20Vida%20dos%20Produtos%20e%20a%20GE.pdf](http://prof.santana-e-silva.pt/gestao_de_empresas/trabalhos_06_07/ppt/O%20Ciclo%20de%20Vida%20dos%20Produtos%20e%20a%20GE.pdf), consultado em Dezembro de 2009.

<http://www.slideshare.net/jborges/metodologia-de-gesto-de-projectos>, consultado em Maio de 2010.



## **7. Anexo**

## Anexo I – FMEA aplicada às placas de comando

	Descrição	Potencial Falha	Consequência da Potencial Falha	Severidade	Causa da Potencial Falha	Ocorrência	Acção de Controlo	Detecção	RPN	Acção Preventiva	Responsáveis	Resultados				
												Acção Executada	Severidade	Ocorrência	Detecção	RPN
1	Riscos relacionados com a linha de junta	Mau aspecto das peças	Maior quantidade de rejeições e aumento de custos.	2	Concepção no molde, falta de fuga de gases.	3	Controlo visual pelo operador	2	12	Poço de água quente na linha de junta.	José Luís, Augusto Marques					
2	Riscos relacionados com a Logística	Placas e botões riscados - neste caso tem que se analisar o caso em que os botões são endidos à parte	Maior quantidade de rejeições e aumento de custos.	2	Embalagem mal definida; Transporte de peças feito em más condições.	4	Controlo visual pelo operador	2	16	Rever embalagem.	Ana Figueiredo	Rever embalagem - Fase 1	1	2	2	4
3	Jitos e ataque jito	O robot não consegue retirar os jitos das peças	Peças com defeito.	2	Concepção no molde.	3		2	12	Prever esta situação no molde de forma a que o robot consiga retirar os jitos e estudo da possibilidade do jito ser feito centralmente.	Jorge Simões, José Luís					
4	Chupados	Aparecimento de peças com mau aspecto visual	Maior quantidade de rejeições e aumento de custos.	2	Problema a nível de concepção do molde; Falta de manutenção do molde; Desenho das peças.	3		3	18	Prever esta situação na concepção do molde; Fazer manutenção adequada do molde e prever isso também no desenho (nervuras e evitar sobreespessura); Prever alterar a MP para ABS cinzento.	José Luís, Augusto Marques, Manutenção					



	Descrição	Potencial Falha	Consequência da Potencial Falha	Severidade	Causa da Potencial Falha	Ocorrência	Acção de Controlo	Detecção	RPN	Acção Preventiva	Responsáveis	Resultados					RPN
												Acção Executada	Severidade	Ocorrência	Detecção		
5	Empenos	Aparecimento de peças com empenos que não se podem usar	Maior quantidade de rejeições e aumento de custos.	4	Problema a nível de concepção do molde; Falta de manutenção do molde.	3		4	48	Fazer estudo de empenos e fazer molde protótipo - em termos de cromagem - suspensões. Atenção ao botão de descarga	Augusto Marques	Fazer molde protótipo - Semana da Análise Preliminar de Moldes	2	2	2	8	
6	Folga nos eixos das placas	Não funciona correctamente	Maior quantidade de rejeições e aumento de custos.	4	Problema de concepção.	1		4	16	Fazer estudo mecânico e usar as folgas de uma placa já existente.	Augusto Marques						
7	Raios	Peças partidas	Maior quantidade de rejeições e aumento de custos.	4	Problema de concepção.	4		5	80	Prever raios na concepção da placa.	Augusto Marques	Concepção dos desenhos - Fase 1	2	2	5	20	
8	Manchas relacionadas com a injeção	Peças manchadas	Maior quantidade de rejeições e aumento de custos.	2	Falta de manutenção do molde; Falha no controlo.	3		3	18	Controlar a injeção das peças; Prever ABS cinzento caso apareçam manchas.	Jorge Simões						
9	Manchas relacionadas com a cromagem	Peças manchadas depois da cromagem	Maior quantidade de rejeições e aumento de custos.	3	Falha do fornecedor de cromagem e concepção das peças que implica que o material precise de mais temperatura; Tensões residuais devido à geometria da peça.	4		2	24	Fazer estudo com o fornecedor da cromagem.	Compras	Definir fornecedor que garanta que a cromagem não tem manchas	2	3	2	12	

	Descrição	Potencial Falha	Consequência da Potencial Falha	Severidade	Causa da Potencial Falha	Ocorrência	Acção de Controlo	Detecção	RPN	Acção Preventiva	Responsáveis	Resultados				
												Acção Executada	Severidade	Ocorrência	Detecção	RPN
10	Problemas com a cromagem	Cota com a cromagem não repeita as cotas definidas	Falha no funcionamento.	4		3		3	36	Garantir que o fornecedor cumpre o definido.	Compras	Definir a cota com o fornecedor - Fase 1	3	2	3	18
11	Amortecimento no accionamento	Accionamento ruidoso	Cientes insatisfeitos.	3		1		5	15	Prever borrachas na placa (elvax).	Augusto Marques					
12	Encaixe ou desencaixe da placa	Dificuldade na montagem/desmontagem da placa	Má montagem.	3	Problema de concepção.	1		4	12	Utilizar o mesmo princípio de uma placa já existente, quando existir protótipo testar.	Augusto Marques					
13	Molas partidas	Mau funcionamento da placa	Cientes insatisfeitos.	4	Falta de qualidade das molas.	1		4	16	Prever a geometria de umas molas já utilizadas.	Augusto Marques, Compras					
14	Cursos muito grandes para as descargas	Botões da placa vão muito para dentro	Possíveis entaladelas na placa de comando.	2		3		4	24	Prever na concepção, fazer testes com o protótipo e as válvulas.	Augusto Marques					
15	Contraplaca frágil na zona dos eixos	A contraplaca pode partir	Mau funcionamento.	4		4		4	64	Prever reforço nas zonas mais frágeis.	Augusto Marques	Concepção dos desenhos, reforçar as zonas mais frágeis - Fase 1	2	2	4	16
16	Defeitos na injecção	Pecas com mau aspecto	Maior quantidade de rejeições e aumento de custos.	3	Uso de matérias primas não previstas na concepção do molde.	4		1	12	Prever esta situação na análise preliminar do molde.	Jorge Simões	Prever o uso de várias matérias primas no molde - Semana da Análise Preliminar de Moldes	2	2	1	4

	Descrição	Potencial Falha	Consequência da Potencial Falha	Severidade da falha	Causa da Potencial Falha	Ocorrência	Acção de Controlo	Detecção	RPN	Acção Preventiva	Responsáveis	Resultados				
												Acção Executada	Severidade da falha	Ocorrência	Detecção	RPN
16	Defeitos na injeção	Pecas com mau aspecto	Maior quantidade de rejeições e aumento de custos.	3	Uso de matérias primas não previstas na concepção do molde.	4		1	12	Prever esta situação na análise preliminar do molde.	Jorge Simões	Prever o uso de várias matérias primas no molde - Semana da Análise Preliminar de Moldes	2	2	1	4
17	Força de accionamento superiores a 20N	Não é aprovada pela norma	Cientes não compram.	4	Posicionamento dos eixos.	4		3	48	Utilizar o mesmo princípio de uma placa já existente, quando existir protótipo testar.	Augusto Marques, João Teles	Concepção dos desenhos - Fase 1	3	2	3	18
18	Cromagem a desgastar	Mau aspecto das peças	Reclamações e custos associados	3	Problema de cromagem.	3		5	45	Fazer estudo com o fornecedor da cromagem.	Compras	Definir fornecedor que garanta que a cromagem não descasque	2	2	5	20
19	Molas de encaixe partidas	Não se consegue montar a placa	Reclamações e custos associados	4	Geometria da mola.	2		4	32	Utilizar o mesmo princípio de uma placa já existente.	Augusto Marques	Concepção dos desenhos - Fase 1	2	1	4	8
20	Gravações dos logotipos com pouca qualidade	Gravar os logotipos com pouca qualidade	Reclamações e custos associados	3	Fazer cromagem em fornecedores diferentes que têm diferentes tipos de tratamento.	2		1	6	Cromar sempre no mesmo fornecedor, ou afinar a máquina para vários fornecedores.	Compras					
21	Gravações dos logotipos ao contrário	Gravar os logotipos na posição errada	Reclamações e custos associados	3	Falta de anti-erro nos suportes.	4		4	48	Fazer suporte que só se possa montar na posição correcta de gravação.	Ernesto Lasca	Fazer suporte - Fase 2	2	1	4	8
22	Tratamentos cromados	As marcas das mãos notam-se muito	Cientes insatisfeitos.	3	Falta de tratamento adequado ou de matéria prima.	5		3	45	Fazer estudo sobre fornecedores.	Compras	Fazer estudo sobre fornecedores - Fase 1	2	3	3	18